TRATADO COMPLETO

DE QUIMICA.

I

TRATADO COMPLETO

DE QUIMICA

con sus principales aplicaciones á las artes y á la industria

ilustrado con sesenta figuras intercaladas en el testo

POR A. BOUCHARDAT

NUEVA TRADUCCION

POR

D. ANTONIO SANCHEZ DE BUSTAMANTE.

TOMO PRIMERO.

MADRID

Imprenta y libreria de D. Ignacio Boix, calle de Carretas, n.º 27.

1848

PROLOGO DEL AUTOR.

Al publicar hoy la segunda edicion de la *química*, correspondiente á mi *Curso de ciencias físicas*, he procurado con todo empeño acomodarla al estado de la ciencia, y hacer de ella una lectura fácil y agradable.

Soy menos inclinado á profundizar tal ó cual tratado de los conocimientos químicos, que á esponer á los jóvenes alumnos los principios fundamentales de la ciencia; principios que les servirán de guia cuando quieran adquirir nociones mas completas. He procurado presentar circunstanciadamente y con claridad los grandes descubrimientos que en fines del último siglo han elevado la química al nivel de las mas distinguidas ciencias.

Las esperiencias de la descomposicion del agua y del aire formarán una época siempre memorable; al paso que el tiempo borrará las glorias efímeras que hoy se creen como indestructibles, y que las generaciones venideras, cuando quieran hablar de los hechos de este período, se verán precisadas á decir: tal cosa sucedió en el *siglo de Lavoisier*. Esta creencia demuestra la veneracion que me inspiran los trabajos de este ilustre químico. Cuando se trata de dar á conocer las admirables esperiencias que ha ejecutado, hubiera creido faltar al respeto que estas investigaciones me inspiran, cambiando la menor espresion de ellas. He referido con exactitud los testos donde estan consignados sus descubrimientos; pero no he descuidado por eso el mencionar igualmente los resultados obtenidos por los dignos continuadores de Lavoisier, que nos facilitan los medios de conseguir una exactitud muy grande en las determinaciones numéricas.

Para componer este libro, he tomado numerosos

hecho mi Curso de *Química elemental* y del *Manual del Bachillerato en ciencias* que publiqué con Aimé. He consultado todas las obras clásicas de química y en particular las de los señores Berzelius, Thenard, Chevreul, Dumas, Orfila, Liebig, Girardin, Grosourdy, Graham, Baudrimont, etc., y las compilaciones mas acreditadas, como las *Relaciones hechas á la Academia de Ciencias*, los *Anales de física y de química*, etc.

En la obra que publico he procurado, siempre que se me ha presentado ocasion, hacer útiles recuerdos al jóven alumno que concluye sus estudios de humanidades; recuerdos que estan todavía recientemente grabados en su memoria: por esta razon me he esforzado en trazar un resúmen tan rápido como exacto de los conocimientos de los antiguos en las diferentes artes químicas.

Como mi objeto no es crear sabios, sino preparar á los jóvenes á entrar en el estudio de las ciencias, he reunido á la química todas las aplicaciones que vendrán á presentarse con frecuencia en el curso de la vida, y tengo la firme esperanza de que mis lectores encontrarán mas de una ocasion de aplicar con utilidad los conocimientos que hayan podido adquirir en este estudio. No he perdido ocasion de hacer observar que cuanto mas se profundiza en los misterios de las ciencias físicas, mas se admira la sabiduría infinita del que preside á todas las cosas.

TRATADO COMPLETO

DE

QUIMICA.

PRIMERA PARTE.

QUIMICA INORGANICA.

§ I. Nociones generales.

Definicion de la quimica.—Definir con la debida exactitud una ciencia tan estensa como la que va á ocuparnos, es empeño sumamente difícil; sin embargo, se puede decir que en el estado actual de nuestros conocimientos *la Química es la ciencia que nos enseña á conocer la naturaleza de los cuerpos, y la manera como se conducen los unos respecto á los otros.* El químico estudia la constitucion íntima de los cuerpos y penetra, por decirlo así, en su interior para aislar sus diversos principios; pero no se limita tan solo á esto su poder; pues puede todavía, por una serie de maravillosas trasformaciones, reproducir los compuestos que ha destruido y hacer salir el órden de la confusion, dando así una lijera idea del poder infinito de nuestro divino Criador. Lo que puede aumentar aun el irresistible atractivo que este estudio inspira, es el carácter de utilidad que acompaña muy en breve á todas las investigaciones químicas. La agricultura, la higiene pública, la medicina y un gran número de industrias tienen que reclamar á porfía los auxilios de la química, é ilustrarse con sus luminosos conocimientos.

Cuerpos simples y cuerpos compuestos.—Existen en la naturaleza dos series de cuerpos: los simples, que son en pequeño número, y los compuestos, que forman por sí solos casi todos los de la naturaleza.

Los cuerpos simples son aquellos en los cuales no se halla mas que una sola sustancia; tales son el azufre, el hierro, el plomo, el oxígeno, el hidrógeno, etc. Estos cuerpos simples son hoy cincuenta y siete, los que, combinados dos á dos, tres á tres, etc., forman todos los cuerpos compuestos.

Es indudable que un solo elemento químico no da por la análisis sino su propia materia. En el estado actual de la ciencia, se puede decir con seguridad que en el oro no se encuentra otra cosa que oro, y que no se puede hacer oro sino con el mismo oro; sin embargo, es bien notorio que los antiguos alquimistas intentaban fabricar el oro con sustancias que no le contenian. Debemos convenir en que muchos de estos supuestos alquimistas eran charlatanes que engañaban á sabiendas, y en que otros fueron ilusos entusiastas, por no darles el nombre de locos; pero al mismo tiempo no puede menos de confesarse, leyendo los escritos de muchos célebres alquimistas, su ciencia y su candor. Hace veinticinco años no se titubeaba en mirar como *absolutamente imposible* esta trasformacion de metales; mas convenimos sin embargo en que la teoría de nuestros cuerpos simples no es todavía sino una hipótesis, en general bien fundada, pero poco verosímil para algunos de entre ellos. Asentamos, anticipándonos á los hechos que espondremos mas adelante, que muchos cuerpos compuestos, tales como el cianógeno y el amonio, poseen los caracteres mas importantes de cuerpos simples; mientras que muchos cuerpos, que nosotros admitimos como simples, por ejemplo, el iodo, el cloro y el bromo, tienen mas semejanza con los cuerpos compuestos. Añadimos que cuantos mas progresos se hacen en el estudio de la constitucion íntima de los cuerpos, mas se descubre el órden de los que formaban la base en las teorías de los alquimistas. Así podemos reasumir diciendo: la sancion esperimental faltó á la alquimia, pero la hipótesis de la trasformacion de nuestros elementos químicos, los unos en los otros, no está completamente desnuda de verosimilitud.

Todos los cuerpos simples y compuestos estan formados de una multitud de pequeñas partes, que se pueden llamar *moléculas*, *átomos* ó *partículas*: hacemos notar, no obstante, que esta última denominacion se aplica especialmente á las moléculas de los cuerpos simples. Para no confundir estas dos clases de moléculas, se han designado bajo el nombre de *átomos integrantes* los de todos los cuerpos simples, y de *átomos constitutivos* los pertenecientes á los cuerpos compuestos.

De la afinidad química.—Cuando dos cuerpos simples se ponen en contacto bajo ciertas circunstancias, se observa que se unen, y que de esta union resulta un compuesto que no se parece á ninguno de los dos cuerpos simples empleados: á esta union, á este fenómeno se le da el nombre de *combinacion*. Así, cuando

se calientan en un crisol cuarenta partes de plomo y diez de azufre, se obtiene un compuesto homogéneo, en el cual no se descubre ya ni el plomo ni el azufre, y el cual en cada molécula, por fina que sea, contiene proporcionalmente la misma cantidad de plomo y azufre.

Todos los cuerpos no se combinan entre sí en las circunstancias ordinarias, porque diferentes causas se oponen á ello; solamente se puede afirmar que todos tienden á combinarse. Se esplica esta tendencia á la combinacion, admitiendo una fuerza inherente á las moléculas ó átomos de la materia, conocida con el nombre de *atraccion molecular* ó *atómica*. Esta atraccion toma diferentes denominaciones segun tiene lugar entre átomos semejantes ó átomos de diferente naturaleza: en el primer caso se llama *cohesion*, y en el segundo *afinidad*.

Cohesion.—Siendo la cohesion, como acabamos de decir, la fuerza que une los átomos de la misma naturaleza, esto es, los átomos integrantes de un cuerpo, debe ser esta tanto mas grande, cuanto mayor sea el esfuerzo necesario para desunir las partículas ó átomos de este cuerpo. De este principio se deduce que la cohesion es casi insensible en los gases, muy débil en los líquidos, y mas ó menos fuerte en los cuerpos sólidos. Esta fuerza es la que mas se opone á la combinacion de los cuerpos. Efectivamente, en tanto que la cohesion sobrepuje á la afinidad, la combinacion no puede efectuarse. Esto es lo que esplica la causa porque, salvas algunas escepciones, no se combinan los cuerpos sólidos. En el plomo y en el azufre, por ejemplo, la cohesion podrá ser representada por 7, y la afinidad de las partículas del azufre para con las del plomo por 6: es evidente que la combinacion no podrá tener efecto; mas si por un medio cualquiera se disminuye la cohesion, bien pronto se verificará la combinacion. El calor, que tiene por efecto fundir el plomo, y por consiguiente disminuir su cohesion, viene á ser un escelente medio para favorecer su combinacion con el azufre.

Afinidad.—La fuerza que obra sobre átomos de diferente naturaleza, se distingue con el nombre de afinidad. Todos los cuerpos no gozan del mismo grado de afinidad los unos para con los otros: así por ejemplo, si se calienta el cinabrio (compuesto de azufre y de mercurio) con el hierro, este se apoderará del azufre y dejará libre al mercurio que se volatilizará. Este resultado manifiesta que el azufre tiene mas afinidad con el hierro que con el mercurio. A esta afinidad se llama algunas veces *electiva* en razon á la preferencia que unos cuerpos hacen de otros.

La afinidad puede ser modificada de diferentes maneras:

1.° *Por la cantidad de un cuerpo puesto en presencia de otro.*—Ejemplo: si se pasa una corriente de ácido sulfhídrico por una disolucion de carbonato de potasa (ácido carbónico y potasa), se ve producirse un desprendimiento de ácido carbónico, mientras que el gas sulfhídrico se combina con la potasa. Hágase la operacion inversa, y se verá que el desprendimiento es de ácido sulfhídrico, al paso que el ácido carbónico se combina con la po-

tasa. Es necesario admitir en este caso una afinidad mayor de uno de los ácidos para con la potasa, y la esperiencia prueba que es el ácido carbónico; pero en virtud de la corriente continua de ácido sulfhídrico, se efectua la descomposicion, porque desprendiéndose el ácido carbónico no puede contrarestar desde cierto término los efectos del ácido sulfhídrico.

2.º *La cantidad relativa de los cuerpos entre los que puede hacerse la combinacion, influye mucho sobre la afinidad.*—Supongamos un cuerpo A, capaz de unirse en tres proporciones con otro cuerpo B, de manera que forme: 1.º un cuerpo A B; 2.º otro A B B, y un tercero A B B B. Se observa entonces que el cuerpo B tiene tanto mas del cuerpo A cuanto mas pequeña es su cantidad respecto del otro. En ciertas circunstancias el cuerpo A B B B podrá perder del cuerpo B, hasta que venga á reducirse al A B B. Este cuerpo podrá perder, aunque difícilmente, del cuerpo B, hasta llegar á ser el A B. En fin, la combinacion de este último cuerpo no podrá deshacerse, sino con mucha dificultad: esto comprueba lo que anteriormente hemos espuesto. El agua y el bióxido de hidrógeno nos ofrecen un ejemplo de lo mismo: en el agua hay un volúmen de oxígeno unido á dos de hidrógeno; en el bióxido de hidrógeno hay dos volúmenes de oxígeno para dos de hidrógeno. Pues con solo practicar la operacion de sujetar al calor este último compuesto, se observa al punto que se desprende la mitad del oxígeno, quedando reducido á agua, que la elevacion de temperatura no ha podido descomponer.

3.º *Luego que un cuerpo está combinado con otro, su accion sobre un tercero es nula ó casi nula.*—Ejemplo: el bisulfato de potasa, formado de doble cantidad de ácido sulfúrico que el sulfato neutro de la misma base, enrojece menos la tintura de tornasol que lo haria el ácido libre: el sulfato neutro no la enrojece.

4.º Hemos demostrado antes que la *cohesion influye muy poderosamente sobre la afinidad.*

5.º *El calórico no siempre tiene la misma influencia sobre la afinidad.*—Unas veces descompone las combinaciones sin poderlas reproducir, y otras aumenta la afinidad: en el primer caso lo hace separando los átomos y disminuyendo la atraccion; tal es el deutóxido de cloro que el calor descompone en cloro y oxígeno: en el segundo es disminuyendo la cohesion como lo hemos visto anteriormente en el artículo *Cohesion*. Sin embargo, el calórico obra algunas veces de diferente manera. En efecto, si se hace una mezcla de oxígeno é hidrógeno, á la cual se haga llegar una chispa eléctrica, ó en la que se introduzca una bujía encendida, al punto tiene lugar una detonacion producida por la combinacion. En este caso no se puede atribuir la combinacion á ninguna de las dos razones precedentes; pero se admite que el calor determina en los gases dos estados opuestos de electricidad, de donde resulta la combinacion.

6.º *La afinidad se determina muchas veces por el estado eléctrico de los cuerpos.*—Se sabe con efecto que dos cuerpos elec-

trizados de la misma manera se repelen; mientras que dos cuerpos electrizados en diferente sentido se atraen.

7.° *La afinidad se modifica por la densidad de los cuerpos.*—Cuando dos cuerpos tienen una densidad diferente, el mas pesado ocupa el fondo; de esta manera se concibe que siendo menos íntima la mezcla, la combinacion no debe tener lugar ó debe ser muy lenta.

8.° *En fin, la presion influye frecuentemente sobre la afinidad.*—Esta obra sobre los gases en sentido inverso del calor. Tómese un pedazo de mármol, compuesto de cal y de ácido carbónico, y caliéntese: si la operacion se hace en vaso abierto, el calor desalojará el ácido carbónico y la cal quedará pura; mas si la operacion se hace en un cañon de fusil herméticamente cerrado, el ácido carbónico comprimido no se separará, ó bien se combinará con la cal durante el enfriamiento. El ácido carbónico no se disuelve sino en corta cantidad en el agua; pero si se le comprime sobre ella, esta puede cargarse hasta cinco ó seis veces su volúmen: hágase despues cesar la presion, y el ácido, volviendo á tomar su estado elástico, se desprenderá formando espuma, como se puede ver en un agua gaseosa.

Mediante el conocimiento de estas diversas proposiciones, y ya que no podemos referir aquí todas las causas que modifican la afinidad, se puede fácilmente comprender casi todos los fenómenos químicos. Solamente diremos en conclusion que cuando los cuerpos se unen producen casi siempre calor y algunas veces luz.

De la análisis y síntesis.—Dado un cuerpo, se puede en muchos casos por medio de otros y de fuerzas suficientes conseguir su descomposicion. Esta manera de obrar se llama *análisis*, mientras que se da el nombre de *síntesis* á las operaciones habituales que tienen por objeto reunir los cuerpos simples para formar de ellos un compuesto. Lo aclararemos por medio de un ejemplo. Si se toma la creta, que todos conocen, y se calcina fuertemente en una retorta, se obtienen el gas ácido carbónico y la cal viva: estos dos principios constituyentes se ponen en libertad. En esta operacion se ha hecho el análisis de la mencionada sustancia por la simple calcinacion. Si, por otra parte, despues de haber recogido con cuidado el gas desprendido durante la calcinacion de la creta, se pone en presencia de la cal viva en condiciones favorables, no tarda en unirse á ella y en reproducir de esta manera la creta anteriormente descompuesta. Esta reproduccion es cabalmente la *síntesis*, y sirve esta segunda operacion, como se ve, de prueba á la primera, demostrando que la creta es un compuesto *binario* que tiene por principios constituyentes la cal y el gas particular que se llama *ácido carbónico*.

Se puede pues decir con razon que la *análisis* es el arte de descomponer los cuerpos, y la *síntesis* el de volverlos á componer. Toda la ciencia química consiste en estas dos operaciones fundamentales, *analizar* y *componer*. Para practicar la análisis se hace uso de agentes y de reactivos. Todo cuerpo capaz de producir la separacion de las partes constituyentes de un compuesto, se llama *agente*. Así se ve en el ejemplo anterior que el

calor es un verdadero agente de la análisis: mas si se trata, no de aislar los principios que forman un compuesto, sino de probar su presencia, en este caso se hace uso de cuerpos que, por sus reacciones sobre algunos de los principios, hagan aparecer una de sus propiedades características y permitan por este medio discernir su diferente naturaleza. Se da el nombre de *reactivos* á los cuerpos que se emplean con este fin.

Antes de concluir las reflexiones sobre la fuerza que une á los cuerpos, diremos algo del fenómeno conocido con el nombre de *cristalizacion*. Cuando un cuerpo pasa lentamente del estado gaseoso ó líquido al estado sólido, se observa que sus átomos se reunen por los lados que mejor les conviene; y dan orígen á un sólido regular que ofrece la misma forma para cada cuerpo y al cual se ha dado el nombre de *cristal*; así como al fenómeno que le produce el de *cristalizacion*. Para que se produzca bien la cristalizacion es esencial que el enfriamiento se verifique con lentitud y con regularidad; pues un enfriamiento demasiado acelerado daria márgen á la formacion de una masa confusa que se llama *precipitado*. La cristalizacion se efectua tanto por el intermedio del fuego como por el de los líquidos.

1.º Por el intermedio del fuego se opera de dos maneras: cuando el cuerpo es volátil se calienta; el vapor producido se recibe en un cuerpo mas frio que el hogar donde se forma, y en aquel punto tiene lugar la condensacion del cuerpo, afectando este la forma cristalina: si el cuerpo es fusible sin ser volátil, se funde; se deja enfriar lentamente, se rompe la costra que por la progresiva disminucion de temperatura se forma en la superficie, se decanta la porcion de masa que aun permanece en estado de liquidez y aparece bajo la forma cristalina.

2.º Por el intermedio de los líquidos se obtiene tambien la cristalizacion por dos distintos procedimientos. Unas veces se disuelve la sustancia en caliente y cristaliza por el enfriamiento del líquido; y otras se abandona á una evaporacion espontánea la disolucion saturada en frio: evaporándose poco á poco el líquido, deja depositar los cristales.

Haremos notar como de paso que los cristales contienen regularmente cierta cantidad de agua, que se llama *agua de cristalizacion*.

Enumeracion y clasificacion de los cuerpos simples. Esposicion de los principios en que se funda la nomenclatura.— Los antiguos no conocian mas que cuatro cuerpos simples ó cuatro sustancias elementales, la tierra, el fuego, el aire y el agua; pero estos supuestos elementos no lo son, al menos por lo que respecta á la tierra, el aire y el agua, cuerpos que la química moderna nos ha enseñado á descomponer. Nosotros poseemos hoy cincuenta y siete elementos. Vamos á dar aquí el nombre de todos los cuerpos simples conocidos, y á presentarlos de tal manera que cada cuerpo es electro-negativo respecto á los que le siguen, y electro-positivo respecto á los que preceden. Los cuerpos simples, como hemos manifestado, son cincuenta y siete, y sus nombres son:

Oxígeno.	Plata.
Fluor.	Cobre.
Cloro.	Uranio.
Bromio.	Bismuto.
Iodo.	Estaño.
Azoe.	Plomo.
Azufre.	Magneso.
Selenio.	Cerio.
Fósforo.	Lántato.
Arsénico.	Cobalto.
Molíbdeno.	Níquel.
Vanadio.	Hierro.
Cromo.	Cadmio.
Tungsteno.	Zinc.
Carbono.	Manganeso.
Boro.	Circonio.
Silicio.	Torio.
Colombio.	Aluminio.
Titano.	Itrio.
Antimonio.	Terbio.
Teluro.	Erbio.
Oro.	Glucinio.
Hidrógeno.	Calcio.
Osmio.	Estroncio.
Iridio.	Bario.
Rodio.	Litio.
Platino.	Sodio.
Paladio.	Potasio.
Mercurio.	

Los cuerpos simples estan divididos en dos grandes series: la primera comprende el oxígeno, hidrógeno, carbono, boro, silicio, fósforo, azufre, selenio, cloro, bromo, iodo, fluor y ázoe. Estos cuerpos que tienen por caracteres comunes conducir mal el calor y la electricidad, se les designa bajo el nombre de *metalóides*. Todos los demás, por el contrario, que gozan la propiedad de conducir bien el calor y la electricidad, se llaman *metales*. Se tiene observado, que generalmente los metalóides se unen bien á los metales, y que son electro-negativos respecto á estos últimos.

Nomenclatura química.—La nomenclatura química actualmente adoptada es una obra admirable que data desde fines del siglo XVIII. Los nombres empleados antiguamente para designar los productos químicos, eran producidos por el capricho: cada uno daba al compuesto que descubria el nombre que su imaginacion le sugeria; muy pocos de entre ellos tenian una significacion apropiada á su naturaleza, y las mas lijeras apariencias físicas bastaban para legitimar la eleccion de los nombres.

Habia, por ejemplo, *flores* de antimonio, de zinc, de benjuí; *vidrios* de antimonio, de estaño; *aceites* de vitriolo, de tártaro

por deliquio; y nada se parecia menos á las flores, á los vidrios y á los aceites que estos diversos productos. Además de la estravagancia de estos nombres, era un inconveniente mucho mas grave el considerable número de sinonimias que se acrecentaban continuamente, y que producian una verdadera confusion de lenguas. Así, el producto que nosotros conocemos con el nombre de *sulfato de potasa*, se llamaba á la vez *arcano duplicado*, *sal de duobus*, *sal policresta de Glaser*, etc. Se puede juzgar por la originalidad de estos nombres, lo que era el antiguo lenguaje químico, y las dificultades que debian esperimentar los discípulos y los profesores para retener una sinonimia tan complicada.

La nomenclatura actual es escelente, tanto por hallarse espuesta con la posible claridad, como por estar fundada en un pequeño número de reglas tan exactas como concisas. Su adopcion ha contribuido muy eficazmente á los progresos que la química ha hecho despues de medio siglo. Se concibe fácilmente que un lenguaje analítico, tan claro que no admite nada de arbitrario, y que no se adapta solamente á los hechos conocidos, sino que preve, por decirlo así; los descubrimientos del porvenir, ha debido servir de lazo comun á los sabios de todos los paises, y poner en fácil comunicacion é inteligencia sus mutuos conocimientos. La primera idea de la nomenclatura pertenece á Guyton de Morveau, cuyo famoso químico espuso su proyecto á la Academia de ciencias; y esta sociedad le sujetó al exámen de una comision, compuesta de los Sres. Lavoisier, Berthollet y Fourcroy. La nomenclatura metódica que apareció en 1787, fue el resultado del trabajo de estos cuatro ilustres químicos, y esta siempre célebre produccion fue al momento adoptada por los sabios de todos los paises.

Antes de terminar esta reseña histórica, citaremos algunas palabras memorables de Lavoisier relativamente á la nomenclatura química. «Cuando yo me ocupé, dice, de este trabajo, fue cuando conocí mejor la evidencia de los principios sentados por Condillac en su *Lógica* y en algunas otras de sus obras, cuyo mérito hasta entonces habia sido por mí desconocido. Da por sentado Condillac, que *nosotros no pensamos sino con el auxilio de las palabras*; *que las lenguas son verdaderos métodos analíticos*; *que el álgebra*, *la mas sencilla*, *la mas exacta y la mejor adoptada*, *tiene por objeto espresarse de todas maneras*, *y es á la vez una lengua y un método analítico*; *en fin*, *que el arte de raciocinar se reduce á un idioma debidamente fundado*.

«La imposibilidad de separar la nomenclatura de la ciencia, y esta de aquella, hace que toda ciencia física esté necesariamente formada de tres cosas: la serie de los hechos que constituyen la ciencia; las ideas que los recuerdan y las palabras que los espresan. La palabra debe nacer de la idea; la idea debe pintar el hecho; estos son tres grabados de un mismo sello: y como las palabras son las que conservan las ideas y las que las trasmiten, resulta que no se puede perfeccionar el lenguaje sin perfeccionar la ciencia, ni la ciencia sin el lenguaje, y que por ciertos que

fuesen los hechos, por justas que fuesen las ideas que ellos hubiesen producido, tan solo trasmitirian impresiones falsas, si no teníamos espresiones exactas para representarlos.»

Espongamos ahora los principios de la nomenclatura química actual. Para los cuerpos simples, los nombres son independientes de toda regla: deben solamente prestarse con facilidad á la composicion de nombres mas complejos: para los cuerpos compuestos, es admirable la nomenclatura metódica; su uso ha hecho inmensos servicios á la ciencia y facilitado muy especialmente su estudio.

Es una ley general de las combinaciones, con la cual está casi siempre de acuerdo la nomenclatura actual, y que seria conveniente observar siempre la que vamos á establecer antes de entrar en detalles. Dos, tres, cuatro cuerpos simples ó elementos, y rara vez mas, entran en la formacion de los compuestos; pero cualquiera que sea el número de los elementos, parece verosímil que los cuerpos simples estan solamente unidos por dos fuerzas opuestas que se neutralizan. Las análisis que podemos efectuar fácilmente por medio de la pila voltáica, nos ofrece una prueba tan sencilla como evidente de este modo de ver. Los dos polos de una pila puesta en accion pueden representarnos dos fuerzas opuestas.

Cuando un compuesto binario se coloca en la esfera de actividad de esta pila, uno de los elementos del compuesto se dirige á un polo y el otro al opuesto. Cuando se somete á la misma influencia un compuesto ternario y la accion es convenientemente moderada, se dirige á cada polo una combinacion binaria de propiedades enteramente distintas. Lo mismo sucede con un compuesto cuaternario, y así sucesivamente. Segun esto, podemos considerar un compuesto, cualquiera que sea el número de sus elementos, como formado de dos cuerpos simples ó de dos compuestos opuestos.

La nomenclatura de un compuesto se espresa formando el nombre genérico con el elemento electro-negativo, ó sea el que se dirige al polo positivo de la pila, y el nombre específico con el elemento electro-positivo.

El principio esencial de la nomenclatura de los cuerpos compuestos es dar una idea exacta de la naturaleza de un cuerpo con solo enunciar su nombre.

Combinaciones binarias del oxígeno.—El número, la importancia de las combinaciones del oxígeno, y la especie de preponderancia esclusiva que le han dado los fundadores de la nomenclatura, nos obligan á empezar por esponer la de las combinaciones binarias del oxígeno. Para formar el nombre del compuesto, hay que tener presentes las condiciones siguientes: 1.ª la acidez ó no acidez del compuesto; los compuestos oxigenados que enrojecen la tintura del tornasol, son considerados como ácidos, y llamados *oxiácidos*; los compuestos oxigenados que no tienen accion sobre este color, se llaman *óxidos*: 2.ª la naturaleza del cuerpo que está unido al

oxígeno; y 3.ª las diferentes proporciones en que son susceptibles estos cuerpos de combinarse entre sí. Cuando se quiere designar una combinacion binaria del oxígeno que es ácida, se emplea el nombre genérico de oxiácido, ó por abreviacion simplemente el nombre de *ácido*. El nombre específico está formado por el del cuerpo simple que se halla unido al oxígeno, y este nombre ordinariamente se encuentra latinizado. Cuando concluye esta palabra por la terminacion *ico* ú *oso*, ó cuando se la hace preceder de la preposicion *hipo*, se indican las diversas proporciones en que este cuerpo simple está unido al oxígeno. Se ha convenido en que la terminacion *ico* indique mas oxígeno que la terminacion *oso*, y en fin, que la preposicion *hipo* esprese siempre una proporcion de oxígeno mas débil que la palabra específica terminada en *ico* ó en *oso*. Para aclarar esta esplicacion, citaremos un cuerpo que puede formar con el oxígeno cuatro combinaciones que se pueden distinguir por las terminaciones y la preposicion.

El azufre forma con el oxígeno cuatro ácidos principales, á todos los que daremos el nombre de *ácidos*. Tomando el nombre *sulfur* y añadiéndole la terminacion *ico*, tenemos el nombre de *ácido sulfúrico*, que indica la combinacion de azufre que contiene mas cantidad de oxígeno. Juntando la preposicion *hipo* á la palabra sulfúrico, formamos el nombre de ácido *hiposulfúrico* y designamos el oxiácido mas oxigenado del azufre despues del precedente. Cambiando la terminacion *ico* en la terminacion *oso*, formamos el nombre de *ácido sulfuroso*, que da á conocer el oxiácido que contiene mas azufre despues del anterior. En fin, juntando la preposicion *hipo* á *sulfuroso*, formaremos el nombre de ácido *hiposulfuroso*, que indica el oxiácido menos oxigenado del azufre.

Nomenclatura de los oxidos binarios no ácidos.—Cuando un cuerpo no forma mas que una combinacion con el oxígeno, se la designa anteponiendo el nombre genérico de óxido, y despues el nombre del cuerpo que está unido al oxígeno; por ejemplo, se dice óxido de aluminio para designar la única combinacion de este metal con el oxígeno. Cuando un cuerpo se une en muchas proporciones con el oxígeno, se hace preceder á la palabra óxido las partículas derivadas del griego, *proto* para el primer grado, *deuto* para el segundo, *trito* para el tercero, y en fin *tr* para el cuarto grado de oxidacion; algunas veces se marca con la palabra *peróxido* el óxido mas oxigenado. Berzelius, considerando que con este método se asignan nombres que no son exactos respecto á nuestros conocimientos actuales, y que estos nombres son poco manejables en la nomenclatura de combinaciones mas complicadas, emplea el mismo principio que hemos indicado para distinguir los diversos grados de oxidacion en los ácidos, y admite la terminacion en *oso* para los óxidos que contienen menos oxígeno: así óxido ferroso indica el que contiene menos oxígeno, y óxido ferrico el que contiene mas. Haciendo preceder la palabra óxido de las preposiciones *sub*, *super* ó *sobre*, se

pueden indicar un gran número de combinaciones diferentes.

Nomenclatura de los compuestos binarios no oxigenados.—Cuando estos compuestos son ácidos, se hace preceder la palabra ácido; despues el nombre del elemento electro-negativo, y por último el del cuerpo electro-positivo. Para dar á conocer la combinacion del cloro con el fósforo, se dirá ácido clorofosfórico, etc. Berzelius, para designar una combinacion semejante, hace seguir de la determinacion *ido* el nombre del cuerpo electro-negativo; así segun este químico se dice, súlfido, clorido, etc.

Para los compuestos binarios no oxigenados y no ácidos, el nombre genérico está formado del elemento electro-negativo, al cual se junta la terminacion *uro*, y se dice cloruro, sulfuro, ioduro, etc. Cuando forman muchos compuestos, ó bien se les hace preceder de las preposiciones *proto*, *deuto*, *trito*, etc., ó bien siguiendo la marcha indicada por Berzelius, se concluye el nombre específico por las terminaciones *ico* y *oso*, por ejemplo: para designar las combinaciones del cloro con el hierro, se dice protocloruro de hierro, deutocloruro de hierro, ó bien cloruro ferroso y cloruro férrico.

El uso ha consagrado muchas escepciones á estas reglas generales, que haremos conocer cuando se trate de los cuerpos á que se refieren.

Nomenclatura de las sales.—Vamos á terminar este relato rápido de las bases de la nomenclatura, indicando la manera con que estan establecidos los nombres de las sales. Las sales estan formadas por la union de dos principios opuestos, de los cuales el uno goza de propiedades ácidas y el otro de propiedades alcalinas. Por su union se neutralizan hasta cierto punto sus propiedades contrarias. Cuando no predomina ninguno de los principios opuestos, se llaman las sales *neutras*: cuando sobresale el ácido se llaman *ácidas*, y cuando domina la base ó el principio alcalino se llaman *básicas*.

Hay tantos géneros de sales, cuantos son los ácidos. Para denominar una sal hay que atender á tres cosas: 1.ª á la naturaleza del ácido: 2.ª á la base salificable; y 3.ª á las proporciones en que son susceptibles de combinarse el ácido y la base: el nombre genérico recuerda el nombre del ácido, y el específico el de la base.

Regla primera.—Todo ácido cuya terminacion es en *ico*, da un nombre cuya terminacion es en *ate*: todo ácido cuya terminacion es en *oso*, da un nombre cuya terminacion es en *ito*. Ejemplo: ácido sulfúrico, da sulfato; sulfuroso, sulfito; hiposulfúrico, hiposulfato; hiposulfuroso, hiposulfito.

Regla segunda.—El nombre específico se forma designando la base con que está unido el ácido; así para designar la combinacion del acido sulfúrico con el protóxido de hierro, se dice sulfato de protóxido de hierro, ó mas sencillamente, segun Berzelius, sulfato ferroso.

Regla tercera.—Cuando la combinacion es neutra ó casi neutra, la regla es enunciar simplemente el nombre del género de

la sal que se quiere nombrar, y en seguida el de la base de esta misma sal. Si la proporcion del ácido escede á la que constituye la sal neutra, se junta á la palabra genérica la preposicion *sobre*: si la proporcion de la base escede de la que constituye la sal neutra, se junta al nombre genérico la preposicion *sub*. Mas la esperiencia nos ha enseñado, que las diversas proporciones de ácido que se unen á una base, recíprocamente estan entre sí, como los números 1, $1\frac{1}{2}$, 2, 3, 4, etc.: estas proporciones se espresan en la nomenclatura con exactitud. Suponiendo igual á uno la cantidad de ácido en las sales neutras, se reemplazará en las sobresales la preposicion *sobre* por las palabras *sequi*, *bitri*, *cuadri*, etc., segun que las proporciones correspondan á 1, $1\frac{1}{2}$, 2, 3, 4, y estas palabras precederán al nombre genérico: se hará uso de las mismas palabras para las subsales, haciéndolas preceder, por el contrario, del nombre específico. Por ejemplo: bisulfato de potasa se aplica á la combinacion de ácido sulfúrico y de potasa, pero en cuya combinacion hay doble cantidad de ácido que en la sal neutra. Acetato triplúmbico se aplica á la combinacion de ácido acético y óxido de plomo, en la cual hay triple cantidad de óxido plúmbico ó de base, que en la sal neutra.

Por medio de esta nomenclatura, la mas frágil memoria puede retener los nombres que designan un considerable número de compuestos; este lenguaje químico posee además la preciosa ventaja de indicar la naturaleza de los cuerpos que entran en el compuesto, y las proporciones en que estan unidos.

Estando intimamente enlazada la nomenclatura con todo el mecanismo de la ciencia, como muy oportunamente lo hace notar Lavoisier, se comprenderán mucho mejor sus detalles y escepciones, cuando espongamos reunidos los hechos y teorías químicas; por cuya razon nos limitaremos en tan importante tratado á lo que hasta aquí llevamos espuesto. Con el objeto de facilitar el estudio de los cuerpos simples, se han clasificado en los términos que la esperiencia ha acreditado ser mas conducentes. La clasificacion mas usada es la de Thenard, cuyo ilustre químico, teniendo en consideracion el papel que representa el oxígeno en casi todas las combinaciones, ha ordenado los cuerpos segun el grado de afinidad que tienen para el mencionado elemento. Esta clasificacion es la que nos proponemos seguir, y la que indicaremos mas adelante. Partiendo de otras consideraciones, Berzelius los ha clasificado por sus propiedades eléctricas bajo la influencia de la pila de Volta. Este órden es el que nosotros hemos seguido en la enumeracion de los cuerpos simples en la página 9.

PROPIEDADES GENERALES DE LOS CUERPOS.— Se llaman *propiedades de los cuerpos* las facultades que estos tienen de obrar sobre nuestros sentidos, y la que poseen de ejercer accion unos sobre otros. Los químicos dividen estas propiedades en tres grupos: 1.° propiedades físicas: 2.° propiedades químicas; y 3.° propiedades organolépticas.

1.° *Propiedades físicas.*—Cuando estudiamos los cuerpos, lo

primero que se nos presenta á la vista es el estado de agregacion de sus partículas. Los cuerpos pueden, como hemos espuesto ya en la parte física de este curso, ser sólidos, líquidos ó gaseosos.

Los cuerpos sólidos, líquidos ó gaseosos presentan en volúmenes iguales pesos diferentes. Se llama peso específico ó densidad la proporcion que existe entre el peso de los cuerpos y su volúmen. Este es un dato importantísimo que no se olvida jamás en la historia de un cuerpo. El estudio de las propiedades físicas de los cuerpos está completo por las diferentes relaciones que existen entre los cuerpos y la luz, el calórico y la electricidad.

2.° *Propiedades químicas.*—Son las que resultan del conjunto de las relaciones que existen entre el cuerpo que se examina, y todos los cuerpos de la naturaleza.

3.° *Propiedades organolépticas.*—Bajo este nombre se designan las propiedades que nosotros percibimos, cuando se ponen los cuerpos en contacto inmediato con nuestros órganos.

Equivalentes químicos. — Teoría atómica. — Los cuerpos simples se combinan en muy corto número de porporciones, y las cantidades que se combinan, estan siempre en relacion simple. Este principio es de fácil demostracion en las sustancias gaseosas. Gay-Lussac y Humboldt probaron, que un volúmen de gas oxígeno combinado con dos volúmenes de gas hidrógeno producian el agua. Gay-Lussac, continuando las investigaciones á que habia dado lugar esta observacion, descubrió que todos los gases se combinan de tal manera, que una medida de gas absorbe 1, $1\frac{1}{2}$, 2, 3 medidas de otro gas; es decir que *los gases se combinan en volúmenes iguales, ó que el volúmen del uno es múltiplo del de el otro.*

Esta sencillez se tiene observada en las proporciones de todos los demás compuestos de la misma especie.

Así como hemos visto en las combinaciones de los cuerpos gaseosos, que el número que representa el volúmen de uno de los elementos es siempre múltiplo del número que representa el volúmen del otro elemento; así tambien, si nosotros examinamos las diferentes combinaciones que dos cuerpos pueden formar entre sí obtendremos por resultado la conclusion siguiente: *Dada que sea la análisis de un compuesto binario cualquiera, se puede decir que si sus elementos son susceptibles de unirse en otras proporciones, estas serán siempre en cantidad múltipla de la que se ha encontrado en el primer caso.* Esta ley se conoce con el nombre de *ley de proporciones múltiplas.*

Las combinaciones del ázoe y el oxigeno pueden hacer muy bien comprender esta ley. Dichas combinaciones son en número de cinco. Todas contienen 100 de ázoe, y estan combinadas de tal manera. que las cantidades mas grandes son múltiplas de las mas pequeñas. En efecto, la primera contiene 100 de ázoe y 50 de oxígeno; la segunda para la misma cantidad de ázoe, contiene 100 de oxígeno; la tercera, 150; la cuarta, 200; y la quinta, 250: por donde se puede ver, que los productos estan entre

si como los números 1, 2, 3, 4, 5, etc. y que cada número es múltiplo por un número entero del menor. La ley sería falsa, si la análisis hubiera demostrado en otros compuestos combinaciones en las cuales no eran ya 100 de un cuerpo y 50 de otro, sino que entraban en combinacion, por ejemplo, 100 del uno y 44, 45 ó 48, etc. del otro; pero esto no acontece en caso alguno.

Sucede sin embargo, que la proporcion encontrada es de 1 á $1\frac{3}{1}$ ó de 2 á 2; pero estos casos raros permiten pensar que no se conocen todos los compuestos que puede formar el cuerpo que se examina.

Podria citarse en apoyo de lo que acabamos de espresar, una infinidad de resultados, pero bastarán solamente algunos de ellos.

El protóxido de estaño está formado de	100	
de radical.		+13,6 de oxígeno.
bióxido	100	+27,2
protóxido de cobre	100	+12,63
bióxido	100	+25,27
cuadrióxido.	100	+50,55, etc.

La ley precedente se aplica no solo á las combinaciones de los átomos elementales, sino tambien á las combinaciones de los átomos compuestos, como puede verse en el siguiente ejemplo:

	Base.		Acido.
Sulfato de protóxido de potasio=	117,98	+	100
Bisulfato de protóxido de potasio=	117,98	+	100

Es necesario no obstante espresar aquí algunas escepciones. Por ejemplo, el agua se une en todas proporciones con los cuerpos solubles, pero ¿hay aquí combinacion? Los metales parecen que forman tambien entre sí una multitud de combinaciones binarias; pero estos cuerpos irregulares se pueden considerar mas bien como resultado de mezclas que como producto de combinaciones definitivas.

Equivalentes. Numeros proporcionales.—Si se comparan muchas series de combinaciones que tengan todas un mismo radical y una composicion correspondiente, se obtiene el notable resultado siguiente: que para la misma cantidad en peso radical, las cantidades ponderables del otro cuerpo son estremadamente variables. Comparadas todas estas cantidades á un número conocido, el del oxígeno, lleva el nombre de *equivalentes* ó proporcionales químicos. Por ejemplo:

1294,50 de plomo se combinan á 100 de oxígeno para formar el protoxido de plomo.

1294,50 de plomo se combinan á 442,65 de cloro para formar el cloruro de plomo, combinacion correspondiente al protóxido de plomo.

Pues si se consideran 100 de oxígeno en peso como un *equivalente*, es indudable que 442,65 de cloro en peso serán tambien un *equivalente*, porque esta cantidad *equivale* á 100 de oxígeno.

Del mismo modo 201,165 de azufre en peso, puede reem-

plazar en una combinacion á 100 de oxígeno; debiendo ser considerados como el peso que representa el equivalente del azufre.

En general se forman los números proporcionales tomando un peso del cuerpo simple, tal que exija 100 partes de oxígeno para pasar al primer grado de oxidacion. Así hemos visto anteriormente que 1294,50 de plomo exigian 100 de oxígeno para formar el protóxido. De donde se deduce por lo que acabamos de decir, que el equivalente del plomo debe ser 1294,50.

Una vez determinado el número proporcional de los cuerpos simples, no es difícil formar el de los compuestos. ¿Se trata, por ejemplo, de formar el del ácido sulfúrico? Pues sabiendo que este ácido está compuesto de una proporcion de azufre=201,165 y de 3 proporciones de oxígeno=300, una simple adicion nos dará la cifra 501,165; número que representa el equivalente del ácido sulfúrico.

Igualmente 489,92 de potasio y 100 de oxígeno, nos harán obtener 589,92, que es el número proporcional de la potasa.

Ahora si se adiciona toda- 501, 165=ácido sulfúrico
vía con........................ 589, 92=potasa
se tendrá........................ 1091, 085; número proporcional del sulfato de potasa.

Se ve consecutivamente cuán fácil es establecer la composicion de todos los cuerpos compuestos.

Cuantas nociones existen relativas á las proporciones de los compuestos químicos, estan encerradas en la ley siguiente:

Las cantidades ponderables de dos sustancias conservan en todas las combinaciones que pueden formar con una misma masa de otro cuerpo, una proporcion constante, ó cuyas variaciones son múltiplas ó submúltiplas de uno de sus valores.

Resulta inmediatamente de esta ley que la proporcion de un elemento en todas sus combinaciones, puede ser representada por cierto número multiplicado ó dividido por uno de los primeros términos ó números de la serie de los enteros. Por medio de una tabla que represente estos números, se pueden comprobar los resultados de las análisis, que las mas veces no estan exentos de errores, y predecir ó anunciar las combinaciones que todavia no se han verificado. La determinacion de los números que forman esta tabla se funda sobre los mas exactos resultados de la esperiencia: en su manifestacion nada hay hipotético; todo está arreglado por el mas cumplido y minucioso exámen. Mas adelante, al dar los nombres de los cuerpos simples con las cifras que los representan en química, hemos colocado al lado de ellos los números que indican sus proporciones ó sus equivalentes.

Teoría atómica.—Se entiende por átomo la partícula mas pequeña de un cuerpo, que da orígen á una combinacion por la simple justaposicion con la partícula de otro cuerpo. La cuestion que se trata de resolver es la siguiente:

Dada una combinacion, averiguar cuántos átomos encierra de los elementos que contiene: 100 de oxígeno se combinan á 12,4795 de hidrógeno formando agua; siendo 100 la proporcion de

oxígeno la del hidrógeno será necesariamente 12,4795; ¿pero hay en esta combinacion un átomo de oxígeno, y otro de hidrógeno? ¿En este caso, el valor del átomo corresponde al valor de la proporcion, ó bien el agua encierra un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno, que entonces deberian ser representados por 12,4795 duplicado. He aquí el principio de las dificultades por que empieza la parte hipotética de la teoría atómica. Sin embargo la esperiencia nos ha servido de guia hasta aquí, y no debemos dejarnos conducir por consideraciones de un órden mas incierto para resolver esta parte de la cuestion.

Relacion entre los volúmenes y los átomos. Puede considerarse esta relacion como una de las principales condiciones para las sustancias elementales que se presentan en el estado gaseoso. Si el calor dilata de una manera uniforme todos los gases, tambien una presion igual condensa uniformemente á todos ellos. Se puede pues admitir: *que en los gases los átomos estan colocados á una distancia igual, y que un mismo volúmen encierra igual número de ellos.* De donde se puede concluir: *que el peso de los átomos en los cuerpos gaseosos es proporcional á su densidad.*

Demostrándonos la esperiencia su densidad, será fácil determinar el peso de sus átomos: continuamos citando el oxígeno y el hidrógeno. Representando el peso del átomo por 100, se tiene 11,026, densidad del oxígeno: 0,0687, densidad del hidrógeno :: 100 : x; de donde $x = \frac{100 \times 0{,}0687}{1{,}0126} = 6{,}2398$, peso del átomo del hidrógeno.

Mas la aplicacion de esta ley es muy limitada, porque muy pocos cuerpos simples afectan ordinariamente la forma gaseosa, ó no pueden ser reducidos á vapor, sino á temperaturas demasiado elevadas, para poder medir directamente su densidad. Estas proporciones simples no existen solamente entre los volúmenes de un compuesto, sino que se observa una relacion análoga entre los volúmenes de los compuestos y el de cada uno de los elementos. Algunas veces el volúmen del compuesto es la suma del volúmen de los elementos, pero muchas veces hay contraccion y jamás dilatacion. El número de las diferentes contracciones conocidas hasta ahora es bastante reducido; de suerte que conociendo exactamente la densidad de las combinaciones binarias y la del uno de los elementos en el estado de gas, queda las mas veces poca duda sobre la densidad del vapor del otro elemento, deducido que sea en los mas sencillos términos la hipótesis y la contraccion.

Se puede por este medio hacer estensiva á las sustancias fijas la ventaja que resulta de la sustitucion del volúmen por el del peso. Pero el uso de esta consideracion deja todavía alguna incertidumbre resultante del modo variable como se efectua la contraccion: por otra parte no es aplicable á todos los cuerpos, porque hay muchos en los que no se conoce ninguna combinacion gaseosa. Mas para llegar al conocimiento del número de átomos, se ha sacado un gran partido de ciertas propiedades físicas de los mismos átomos.

Empleo del calor específico de los cuerpos simples para la determinacion del número de átomos en las combinaciones.—Dulong y Petit en su trabajo sobre el calor específico de los átomos, han llegado á la ley siguiente, tan sencilla como fecunda en resultados:

Que los átomos de todos los cuerpos simples tienen la misma capacidad para el calor.—En la parte física de este curso hemos espuesto ya las nociones en que esta importante ley se encuentra fundada.

Se puede decir que la relacion que existe entre el calor específico de los cuerpos simples y las proporciones en que se combinan, suministran uno de los mejores medios para conseguir el peso relativo de los átomos.

Isomorfismo.—Si se admite que los átomos de diferentes elementos son esferas del mismo grandor, se seguirá de aquí: que un mismo número de estos átomos, colocados de la misma manera, deberán dar la misma figura sólida ó la misma forma cristalina. Antiguamente se creia que la forma cristalina variaba segun la naturaleza de los elementos; pero Mitscherlich, despues de un gran número de esperiencias, ha llegado á la ley siguiente: *Que un mismo número de átomos reunidos de la misma manera, produce la misma forma cristalina, cualquiera que sea la diferencia de los elementos.* Las combinaciones de diferentes elementos que toman la misma forma cristalina, han sido llamadas *isomorfas.*

He aquí la aplicacion del isomorfismo á la determinacion del número relativo de los átomos en las combinaciones.

Cuando un cuerpo que es isomorfo, está unido á otro del cual se conoce el número de átomos, se puede mirar como conocido el número de átomos de los dos cuerpos, supuesto que el isomorfismo es una sucesion mecánica de la igualdad en la construccion atómica. Dado el número de átomos que forman un compuesto, se tendrá el número de átomos de todos los isomorfos. Pero una objecion muy poderosa contra los datos que el isomorfismo puede suministrar, resulta de los hechos descubiertos por el mismo sabio: *que un mismo cuerpo puede ofrecer dos formas diferentes é incompatibles.*

Isomerismo.—El isomerismo patentiza que nos falta mucho que aprender sobre la constitucion íntima de los cuerpos, y nos obliga á hacer mencion de un descubrimiento moderno, y que en la química es considerado ya como de su mayor importancia.

Se ha encontrado *que cuerpos de la misma composicion y de la misma capacidad de saturacion pueden poseer propiedades y formas cristalinas diferentes*: á estas se les ha llamado *cuerpos isoméricos.* Los cuerpos que representan bajo diferentes formas cristalinas, se llaman *cuerpos polimorfos.* El azufre, por ejemplo, tal como se encuentra en la naturaleza, cristaliza en octaedros; y cuando se cristaliza por fusion, se presenta bajo la forma de prismas oblicuos romboidales.

Uso de los signos ó formulas quimicas.—Por medio de los

signos que Berzelius ha introducido en la química, se determina de la manera mas clara la composicion de los cuerpos, tanto respecto de sus elementos, como del número de sus átomos. Los cuerpos simples se designan por la inicial de su nombre latino, seguida de la segunda ó de la tercera letra, segun que la primera y la segunda son comunes á muchos cuerpos.

El número de átomos que se encuentran en cada combinacion, se designa por cifras. Una cifra á la izquierda multiplica todos los átomos colocados á la derecha, hasta la separacion de la fórmula por el signo +. Una pequeña cifra colocada á la derecha de la letra en la parte superior como si fuera un esponente algebráico, multiplica tan solo los pesos atómicos colocados inmediatamente á la izquierda. Ejemplo : SO^3 significa un átomo de azufre y 3 de oxígeno, ó un átomo de ácido sulfúrico; 2 SO^3 significa dos átomos de ácido sulfúrico, ó dos átomos de azufre y seis de oxígeno.

Por lo regular es el principio electro-negativo el que entra en la combinacion por mas de un átomo, pero algunas veces el principio electró-positivo entra por dos átomos; en este caso se adopta que la letra rayada signifique dos átomos.

Berzelius, teniendo en consideracion que el oxígeno aparece muy frecuentemente en las combinaciones, ha ideado para simplificar la fórmula reemplazar el signo O por puntos que se colocan encima de la letra que designa el otro elemento de la combinacion.

Vamos á dar una tabla que contiene el nombre de los cuerpos simples, su signo químico y el peso de su átomo.

		Pesos atómicos.			Pesos atómicos.
Oxígeno	O	100,000	Rodio	R	651,387
Hidrógeno	H	6,240	Plata	Ag	675,800
Azoe	N	88,518	Mercurio	Hg	1265,825
Azufre	S	201,165	Cobre	Cu	395,695
Fósforo	P	196,143	Uranio	U	750,000
Cloro	Cl	221,326	Bismuto	Bi	1330,337
Iodo	I	789,750	Estaño	Sn	735,294
Bromo	Br	489,153	Plomo	Pb	1294,498
Fluor	F	116,900	Cadmio	Cd	696,767
Carbono	C	75,000	Zinc	Zn	412,63
Boro	B	136,204	Níquel	Ni	369,675
Silicio	Si	277,312	Cobalto	Co	368,991
Selenio	Se	494,583	Hierro	Fe	339,205
Arsénico	As	470,042	Manganeso	Mn	345,887
Cromo	Cr	351,815	Cerio	Ce	574,696
Vanadio	V	855,840	Torio	Th	884,900
Molibdeno	Mo	598,520	Zirconio	Zr	420,201
Tungsteno	W	1183,000	Itrio	I	402,514
Antimonio	Sb	806,452	Glucinio	G	331,261

Teluro	Te	801,76	Aluminio	Al	171,166
Tántalo	Ta	1153,715	Magnesio	Mg	158,352
Titano	Ti	303,662	Calcio	Ca	256,019
Oro	Au	1243,013	Estroncio	Sr	547,284
Osmio	Os	1244,487	Bario	Ba	856,880
Iridio	Ir	1233,499	Litio	Le	80,375
Platino	Pt	1233,499	Sodio	Na	290,897
Paladio	Pd	665,899	Potasio	K	489,916

Se ve sin trabajo que O vale 100 de oxígeno, C vale 75 de carbono, S vale 201,165 de azufre.

Algunos químicos admiten para ciertos átomos valores diferentes, pero que son necesariamente múltiplos simples de los que hemos dado. Así el hidrógeno en lugar de ser 6,24, es 12,5. Cuando se toma 6,24 para el peso del hidrógeno, el agua está representada por H^2O; cuando por el contrario se toma 12,5, su fórmula viene á ser HO.

Los signos químicos introducidos en la ciencia por Berzelius no solamente tienen la ventaja de representar con fidelidad la composicion de los cuerpos, sino que tambien permite representar fácilmente y de una manera tan acertada como compendiosa todas las reacciones químicas. Con este fin se hace uso de los signos ordinarios del álgebra y se ponen los productos en ecuacion; esto es muy fácil si se considera que una cantidad dada de materia bajo una forma cualquiera, no puede disminuir ni aumentar en manera alguna, cualquiera que sean los cambios que esperimente en su colocacion. Por consiguiente, si por una parte hay muchas sustancias á propósito para dar lugar á una reaccion, los productos de esta reaccion representarán por otra parte otra tanta materia, y solamente sus partes elementales estarán dispuestas de diferente manera.

Esto permite establecer una ecuacion que represente de una parte los productos empleados y de la otra los productos obtenidos; estando separados los primeros productos de los segundos por el signo de igualdad ó=. En general las ecuaciones químicas son muy fáciles; no exigen para ser bien comprendidas sino muy sencillas nociones de aritmética. Los ejemplos siguientes darán una idea exacta de esta asercion.

Descomposicion del azoato de plomo por el calor.

Azoato de plomo.		Oxido de plomo.		Acido hipoazóico.		Oxígeno.
AzO^5, PbO	=	PbO	+	AzO^4	+	O

Descomposicion mutua del sulfuro de antimonio y del ácido clorhídrico.

Sulfuro de antim.		Acido clorhídrico.		Cloruro de antim.		Acido sulfhídrico.
$S^3 Sb^2$	+	$3 Cl^2 H^2$	=	$2 Cl^3 Sb$	+	$3 H^2S.$

Reaccion por la via húmeda del cromato de potasa y del azoato del plomo.

Cromato de pot.		Azoato de plom.		Cromato de plom.		Azoato de pot.
$Cr O^3,KO$	+	$Az O^5,PbO$	=	$Cr O^3,PbO$	+	AzO^5,KO

El doctor Prout ha emitido una hipótesis atrevida sobre la constitucion atómica de los cuerpos: ha sentado que los pesos específicos de todos los cuerpos en el estado fluido elástico comparados al hidrógeno, pueden ser espresados exactamente por númer^os^ enteros.

Admitiendo la regla de Prout, los pesos atómicos de los cuerpos se espresarian por números mucho mas sencillos. En Inglaterra ha prevalecido siempre la opinion de Prout; en otras partes no se ha mirado con la atencion de que es digna. Adoptando los datos de Prout, el peso atómico del carbono, comparado al oxígeno es 75: el número 76,5 estaba generalmente admitido en Europa, cuando las esperiencias muy precisas de Dumas y Stas han establecido que el peso atómico del carbono era realmente 75, como Prout lo habia admitido, y es necesario reconocer que la hipótesis de Prout ha adquirido mucho valor en estos últimos años.

En la tabla siguiente puede observarse cuán sencillos aparecerian los números si los pesos atómicos hiciesen referencia al hidrógeno. Se ve que siendo el hidrógeno 1, el carbono es 6, el ázoe 7, el oxígeno 8; y estos números entran en la composicion de todos los cuerpos orgánicos.

Tabla de los pesos atómicos de los cuerpos simples segun Dumas.

TOMANDO EL HIDROGENO POR UNIDAD.

Oxígeno.	O	8	Estaño.	Su	58
Azufre	S	16	Titano	Ti	34
Selenio.	Se	40	Tántalo	Ta	92
Teluro	T	64			
			Niquel	Ni	30
Fluor	Fl	9	Cobalto	Co	30
Cloro	Ch	18	Cadmio	Cd	56
Bromo	Br	39	Zinc	Zn	33
Iodo	I	63	Azoe	Az	7
Oro	Au	100	Fósforo	Ph	16
Plátino	Pt	93	Arsénico	As	38
Iridio	Ir	98	Antimonio	Sb	64
Paladio	Pd	53			
Osmio	Os	100	Carbono	C	6
Rodio	R	52	Boro	B	11
			Silicio	Si	22
Plata	Ag	54	Zirconio	Zr	68
Mercurio	Hg	100	Potasio	K	20

Cobre	Cu	32	Sodio	Na	12
			Litrio	Li	6
Plomo	Pb	104	Bario	Ba	64
			Estroncio	Sr	44
Bismuto	Bi	60	Calcio	Ca	20
Magnesio	Mg	12	Manganeso	Mn	28
			Hierro	Fe	27
Itrio	I	32	Cromo	Cr	28
Cerio	Ce	46			
Torio	Th	60	Vanadio	Un	68
			Uranio	U	60
Glucinio	Gl	26	Tungsteno	Tu	96
Aluminio	Al	14	Molíbdeno	Mo	48

Aire atmosferico.—*Principios que le componen.*—Se designa comunmente bajo el nombre de atmósfera la masa entera del aire que rodea la tierra, la cual forma por todas partes una capa de un espesor considerable y en la que se reunen todas las sustancias que se volatilizan desde la superficie del globo.

En la parte *Física* de este curso hemos estudiado precedentemente las propiedades físicas del aire. Por lo tanto, solo es del caso recordar en este punto, que el aire es un fluido invisible. trasparente, inodoro, insípido, compresible y muy elástico, Un litro de aire, á la temperatura de 0 y á la presion de 0 metro 76, pesa 1 grama 2991. El aire tomado por unidad es el que sirve de tipo de comparacion para averiguar el peso de todos los otros gases. El mismo fluido, así como los restantes gases permanentes, está sometido á la ley de Mariotte: es decir, que se reduce en razon del peso comprimente; ó lo que viene á ser lo mismo, que el volúmen que ocupa, está en razon inversa de la presion que esperimenta. Es mal conductor del fluido eléctrico, á no ser que contenga humedad. El peso del aire, sospechado desde muy antiguo, fue descubierto por Galileo en 1640; y puesto fuera de duda por Pascal y Torricelli. En 1630 fue cuando Juan Rey publicó esperiencias que probaron que el aire contenia un cuerpo susceptible de fijarse sobre el estaño durante su calcinacion, y de aumentar el peso de este metal.

Sujeto el aire á una muy elevada temperatura ó á un frio muy intenso, no esperimenta alteracion alguna. Su poder refractivo, con el cual está comparado el de todos los gases, es=1. Sometido á una corriente de chispas eléctricas no se altera sino cuando contiene cierta cantidad de agua ó una materia alcalina: entonces se forma el ácido nítrico; y esto esplica por qué las lluvias de tempestad contienen este ácido en algunas ocasiones.

Este aire, que conocemos en sus propiedades físicas, no es un elemento, como lo creyeron los antiguos. La composicion del aire no ha sido conocida hasta 1774. A Lavoisier, nacido en París en 1743, es á quien se debe este descubrimiento para siempre memorable. No podemos menos de trasladar literalmente el testo de la obra de tan inmortal químico donde se refieren sus esperiencias fundamentales.

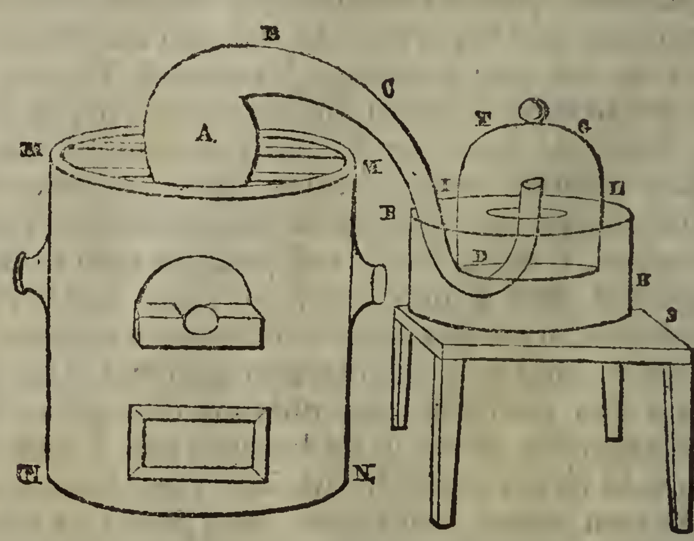
La química, dice Lavoisier, presenta en general dos medios para determinar la naturaleza de las partes constituyentes de un cuerpo, la composicion y la descomposicion. Luego que, por ejemplo, se ha combinado el agua y el espíritu de vino ó alcohol, y que por el resultado de esta mezcla se ha formado la especie de licor que se conoce en el comercio con el nombre de aguardiente, se tiene derecho á concluir que el aguardiente es un compuesto de alcohol y de agua. Pero se puede llegar á la misma consecuencia por medio de la descomposicion; y en general no se debe estar plenamente satisfecho en química hasta que se hayan podido reunir estos dos géneros de pruebas.

«Se tiene esta ventaja en el análisis del aire atmosférico: se puede descomponer y volver á componer. Yo me limitaré á referir aquí las esperiencias mas concluyentes que para este objeto han sido ejecutadas. He tomado un matraz (figura 1.ª) de cerca de 36 pulgadas cúbicas de capacidad, de cuello muy largo é interiormente de 6 á 7 líneas de grosor. Este matraz le he encorvado como se representa (figura 2.ª A B C D): de manera que pueda colocarse en una hornilla M M N N, en tanto que la estremidad de su cuello vaya á parar bajo la campana, F G, colocada en un baño de mercurio B B. He introducido en este aparato cuatro onzas de mercurio muy puro; haciendo despues la succion con un sifon que introduje bajo la campana F G; he elevado el mercurio hasta I L′: he marcado cuidadosamente esta altura con una tira de papel pegada y he observado exactamente el barómetro y el termómetro.

Fig. 1.



Fig. 2.



»Preparadas así las cosas, he encendido fuego en la hornilla M M N N, y le he sostenido casi continuamente por espacio de doce dias: de manera que el mercurio se calentó casi hasta el grado necesario para hacerle hervir. Nada de notable pasó durante todo el primer dia: el mercurio aunque no hervia, estaba en un estado de evaporacion continua: pequeños glóbulos,

de este metal cubrian el interior de la vasija: estos glóbulos, que al principio eran muy finos, fueron aumentándose progresivamente hasta que habiendo adquirido cierto volúmen, volvieron á caer en el fondo y se unieron de nuevo á la masa de donde se habian desprendido en el estade de vapor. El segundo dia empecé á ver nadar sobre la superficie del mercurio pequeñas partículas rojas, las cuales durante cuatro ó cinco dias aumentaron en número y en volúmen, y despues que cesaron en su crecimiento, permanecieron absolutamente en el mismo estado. Al cabo de doce dias; viendo que la calcinacion del mercurio no hacia ningun progreso, apagué el fuego y dejé enfriar la vasija. El volúmen del aire contenido tanto en el matraz, como en su cuello y en la parte vacía de la campana, reducido á una presion de veintiocho pulgadas y á 10° del termómetro, era antes de la operacion, de cincuenta pulgadas cúbicas poco mas ó menos. Luego que la operacion estuvo concluida, de este mismo volúmen, bajo la misma presion y la misma temperatura, no se encontró mas que cuarenta y dos á cuarenta y tres pulgadas: habia tenido por consiguiente una disminucion de volúmen equivalente á un sesto poco mas ó menos. Por otra parte, habiendo reunido con el mayor esmero las partículas rojas que se habian formado, y habiéndolas separado tanto como era posible del mercurio fluido de que estaban bañadas, se encontró que tenian un peso de cuarenta y cinco granos.

»El aire que quedaba despues de esta operacion, y que por la calcinacion del mercurio habia sido reducido á cinco sestos de su volúmen, no era ya propio para la respiracion ni para la combustion, porque los animales que se introducian en su espacio, perecian á pocos instantes, y las luces que se sujetaban á la misma prueba, se apagaban de repente como si se hubiesen sumergido en el agua.

»He tomado por otra parte los cuarenta y cinco granos de materia roja que se habia formado durante la operacion, y los he introducido en una pequeña retorta de vidrio, á la cual adapté un aparato propio para recibir los productos líquidos y aeriformes que podrian separarse: acto continuo apliqué fuego en la hornilla y observé que á medida que la materia roja se calentaba, su color aumentaba de intensidad. Luego que la retorta se aproximó á la incandescencia, la materia roja empezó á perder poco á poco de su volúmen, y en algunos minutos desapareció enteramente; al mismo tiempo se condensaron en el pequeño recipiente cuarenta y un granos y medio de mercurio fluido, y pasaron bajo la campana, de siete á ocho pulgadas cúbicas de un fluido elástico, mucho mas propio que el aire atmosférico, para sostener la combustion de la luz y la respiracion de los animales.

»Habiendo hecho pasar una porcion de este aire á un tubo de vidrio de una pulgada de diámetro, y habiendo introducido en él una bujía encendida, esparció un brillo deslumbrador el carbon, en lugar de consumirse tranquilamente como en el aire

ordinario, se quemaba con llama y una especie de decrepitacion á la manera del fósforo, y con una luz tan viva que apenas podia soportarla la vista. Este aire que descubrimos casi al mismo tiempo Priestley, Schéele y yo, ha sido llamado por el primero *aire deflogisticado*, y por el segundo *aire empireal*. Yo le dí al principio el nombre de *aire eminentemente respirable*, despues se sustituyó con el de *aire vital*, y por último se le ha denominado *oxígeno*.

«Reflexionando sobre las circunstancias de esta esperiencia se ve que el mercurio calcinándose, absorbe la parte saludable y respirable del aire, ó para hablar de una manera mas rigurosa, se apodera de la base de esta parte respirable, y que la porcion de aire que queda, es una especie de tufo incapaz de sostener la combustion y la respiracion. El aire de la atmósfera está, pues, compuesto de dos fluidos elásticos de naturaleza diferente, y por decirlo así, de dos fluidos diametralmente opuestos.

»Una prueba de esta importante verdad, es que volviendo á combinar los dos fluidos elásticos de la manera indicada que se han obtenido separadamente, es decir, las cuarenta y dos pulgadas cúbicas de mofeta ó aire no respirable, y las ocho pulgadas cúbicas de aire respirable se vuelve á formar un aire en todo semejante al de la atmósfera; y que es propio, poco mas ó menos en el mismo grado, para la combustion, para la calcinacion de los metales y para la respiracion de los animales.

Aunque esta esperiencia suministra un medio infinitamente sencillo para obtener con separacion los dos principales fluidos elásticos que entran en la composicion de nuestra atmósfera, no nos da ideas exactas sobre la proporcion de estos dos fluidos. La afinidad del mercurio con la parte respirable del aire, ó mas bien con su base, no es tan eficaz que pueda vencer de todo punto los obstáculos que se oponen á esta combinacion. Estos obstáculos son: la adherencia de los dos fluidos constitutivos del aire atmosférico, y la fuerza de afinidad que une la base del aire vital al calórico. En su consecuencia, concluida la calcinacion del mercurio, ó á lo menos, llevada tan lejos como se puede en una cantidad de aire determinado, queda todavía un poco de aire respirable combinado con la mofeta, el cual ya no puede ser segregado por la accion del mercurio.»

Si tratamos ahora de determinar con la debida exactitud la proporcion relativa de los dos gases, que entran en la composicion de la atmósfera, nos apoyaremos tambien en otra esperiencia debida á Lavoisier, la cual va á darnos resultados que le aproximen muy de cerca á la verdad. Introduzcamos bajo una campana graduada, colocada sobre un baño de mercurio 100 partes de aire en volúmen, despues un poco de agua; y por último, un cilindro de fósforo atado á un hilo de hierro flexible. Si abandonamos la campana durante algunas horas, reconoceremos que la absorcion del oxígeno es completa, cuando el fósforo no aparezca ya luminoso en la oscuridad. Si sacamos entonces el ci-

lindro fuera de la campana, justificaremos con facilidad que las 100 partes de aire se han reducido aproximadamente á 79; y que si en el residuo se sumerge una cerilla encendida, se apaga al instante, lo que nos prueba que no es ya aire, sino ázoe lo que constituye este residuo. Ha habido veintiuna partes de aire absorbidas; estas son constituidas por el gas oxígeno, del cual el fósforo se ha apoderado para formar con él un compuesto, que nosotros estudiaremos mas adelante. El aire estará pues compuesto de 21 volúmenes de gas oxígeno, y de 79 de gas ázoe.

Dumas y Bonssingault han llegado á resultados muy aproximados, pesando el oxígeno y el ázoe que contiene el aire.

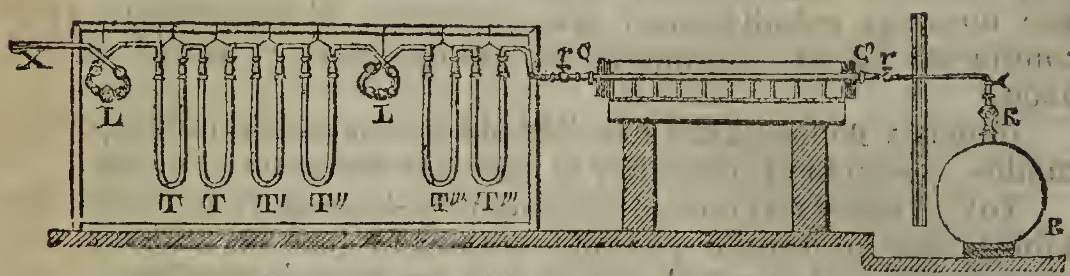
Voy á referir circunstanciadamente estas esperiencias tan notables, por el infinito cuidado empleado por sus autores para aproximarse á la verdad, en cuanto les ha sido posible.

Los procedimientos que ellos han puesto en accion, son completamente independientes de las cifras admitidas hasta aquí para calcular la densidad del oxígeno ó para la del ázoe : han evitado basar sus análisis respecto del aire, sobre la composicion atribuida á algun cuerpo que se haya producido con el auxilio de aquel, porque hubiera sido necesario apoyarse sobre datos analíticos anteriores; y sin poner en duda ninguno de los hechos de la ciencia, han creido conveniente hacerse estraños á todas las circunstancias no análogas al punto preciso que ellos querian determinar.

Han encontrado reunidas todas estas condiciones mediante el empleo de un procedimiento, tan sencillo en su concepcion como fácil en su práctica, y que realmente no encierra en el concepto de cosa nueva, sino el medio de reemplazar la medida del gas por su peso: con este breve espediente han logrado hacer el análisis del aire, pesando el oxígeno y el ázoe que contiene. He aquí cómo lo esplican: Nos hemos procurado un balon vacío de aire (fig. 3.ª) y le hemos puesto en comunicacion con un tubo lleno de cobre metálico reducido por el hidrógeno, y armado de llaves que permiten hacer en él igualmente el vacío. Se ha determinado por otra parte el peso exacto de este tubo; se ha calentado el cobre hasta la temperatura roja, y en este estado habiendo abierto una de las llaves por donde podia tener acceso el aire, se ha precipitado este en el tubo, y al punto ha cedido su oxígeno al metal cobre. Al cabo de algunos minutos se ha abierto la segunda llave, así como la del balon, y el gas ázoe ha ido á parar al balon vacío. Las llaves han permanecido abiertas, el aire ha llegado en abundancia, y á medida que ha pasado por el tubo, ha abandonado allí su oxígeno, y el ázoe puro ha sido recibido por el balon. Cuando ha estado lleno ó casi lleno, se han cerrado todas las llaves: se han pesado en seguida separadamente el balon y el tubo llenos de ázoe, y se han vuelto á pesar de nuevo despues de haber hecho el vacío. La diferencia de estos pesos ha dado el peso del gas ázoe. En cuanto al del oxígeno, se ha inferido por el esceso de peso que se ha ob-

servado mientras duraba la esperiencia, en el tubo que contiene el cobre.

Fig. 3.



Esplicacion de la figura 3.—X, tubo que va á buscar el aire fuera de la habitacion;—L', tubo de Liebig con potasa concentrada;—TT', tubos con pedazos de piedra pómez humedecidos con potasa;—T', potasa cáustica ordinaria en pedazos:—T'', potasa cáustica en pedazos, enrojecida;—L', tubo de Liebig con ácido sulfúrico concentrado;—TT''', tubos con piedra pómez humedecida con ácido sulfúrico concentrado;—CC', tubo de vidrio grueso lleno de cobre, obtenido mediante la reduccion del óxido por el hidrógeno;—RR, llaves que permiten hacer el vacío en el tubo;—B, balon grande vacío, en el cual se precipita el ázoe luego que se abre la llave R.

«Estamos obligados á esponer el fundamento de nuestra conviccion relativamente á la base misma del procedimiento: es decir, la absorcion total del oxígeno del aire que en el tubo atraviesa por en medio del cobre.

»La rapidez de la corriente de aire que atraviesa el tubo, tiene necesariamente influencia sobre la absorcion del oxígeno: aserto que no es muy difícil demostrar, á pesar de haber visto ya que esta absorcion podia ser bastante considerable. En efecto, hemos hecho pasar muchas veces mas de diez litros de aire por hora, al través de los tubos, sin que la absorcion del oxígeno haya parecido alterada en manera alguna. Ordinariamente hemos traspasado este límite para adquirir el pleno convencimiento de que ninguna porcion del oxígeno se ha sustraido á la accion del metal.

»Basta atender á lo que de sí arroja la esperiencia para estar plenamente seguro de lo que va espuesto. Se observa con efecto que el aire se despoja de repente del oxígeno, desde su entrada en el tubo: el cobre que se oxida, ocupa una capa enteramente limitada, y despues de las mas largas esperiencias, la oxidacion se encuentra encerrada en el espacio de dos ó tres centímetros. Casi la totalidad del tubo contiene todavía, al fin de la esperiencia, cobre metálico dotado de todo su brillo; y en estremo á propósito para recoger los últimos vestigios de oxígeno.

»No hemos querido sin embargo referirnos á estas apariencias. Estando todo dispuesto como de ordinario, hemos triplicado la viveza de la corriente de aire en el aparato bajo esta condicion desfavorable, hemos ensayado si retenia el oxígeno, y hemos visto que no ha retenido la mas pequeña cantidad de este cuerpo. De sus resultas hemos dirigido el ázoe todo entero al través de un tubo que contenia una disolucion amoniacal de protocloruro de cobre muy incolora, y no hemos descubierto el menor indicio de coloracion en el líquido; siendo así que el mas lijero indicio de oxígeno le hubiera hecho pasar al azul oscuro.

»Entre las causas de error que podrian ejercer una grande influencia sobre los resultados de las análisis hechas por el método que hemos descrito, la mas grave al mismo tiempo que la mas fácil de evitar, es la que provendria de la presencia del agua en el cobre empleado. Con el cuidado mas esmerado se pone al abrigo de este inconveniente; pero es mas sencillo hacer pasar desde luego algunos litros de aire por el tubo que contiene el cobre; caliente de antemano este tubo hasta el rojo, se oxida el metal y aunque se pierda un poco de cobre, se separan los mas pequeños restos de humedad; se hace en seguida el vacío en el tubo despues de frio, se pesa aquel y se procede á su análisis.

»Ejecutadas con ayuda de este procedimiento y con las debidas precauciones todas nuestras esperiencias, hemos venido á confirmar sin escepcion, la composicion del aire admitida por los químicos franceses y la exactitud de los esperimentos eudiométricos hábilmente ejecutados por Humboldt y Gay-Lussac, y en consecuencia de los cuales han fijado hace treinta y cinco años la composicion del aire de una manera irreprochable en los límites de la sensibilidad de su instrumento.

»El aire que nosotros sometimos al análisis, era aspirado por tubos de cristal que le tomaban en el jardin de mi laboratorio, muy próximo al botánico. Cuando hacíamos dos análisis simultáneos, los dos tubos de aspiracion venian á terminar al mismo punto, y tomaban por consiguiente el aire en la misma capa.

»Antes de llegar sobre el cobre que debia quitarle su oxígeno, el aire se despojaba del ácido carbónico pasando por aparatos llenos de potasa líquida muy concentrada, y despues del agua atravesando por tubos llenos de ácido sulfúrico puro y concentrado.

»No hemos tenido en cuenta los restos de hidrógeno carbonado que existen en la atmósfera.»

Por medio de seis análisis de Dumas y Boussingault consta que la composicion del aire no ha cambiado desde los ensayos eudiométricos hechos hace 35 años por Gay-Lussac y Humboldt. La diferencia de 0,01 sobre el volúmen del oxígeno es efecto de la menor perfeccion de los procedimientos empleados en aquella época. Dumas y Boussingault han determinado de nuevo con el mayor esmero las densidades del oxígeno y del ázoe, con el fin de poder convertir los pesos de los gases en volúmenes. La composicion del aire atmosférico normal es la siguiente:

	En volúmen.	En peso.
Oxígeno	20, 8	23, 0
Azoe. . . . . , . .	79, 2	77, 0
	100, 0	100, 0

Hacia largo tiempo que el doctor Dalton habia sostenido que la proporcion de ázoe era tanto mas grande cuanto mayor era la elevacion de la atmósfera; y el cálculo habia conducido á Babinet á conclusiones análogas á esta proposicion. Mas los análisis hechos en América por Boussingault á alturas muy considerables y las de Bruner en la cumbre del Faulhorn estan en desacuerdo con las inducciones de Dalton y Babinet.

Para resolver la cuestion de una manera definitiva, Dumas confió á Martins doce balones de la capacidad de once litros cada uno. El vacío de estos balones fue hecho en París de cuatro á cinco milímetros; el cuello de todos ellos fue cerrado por medio de una llave, y cubierto por una capa de caucho muy espesa. En épocas convenientes recibia el aire en la cumbre del Faulhorn á 2,672 metros sobre el nivel del mar; mientras que Dumas analizaba el de París, y Bruner el de Berna á 540 metros sobre el mar. Antes de recoger el aire Martins, examinaba, auxiliado por Bravais, si los balones habian conservado el vacío: operacion que practicaba haciéndoles comunicar con un tubo sumergido en un frasco lleno de mercurio. Este metal se elevaba allí bajo la influencia de la presion Martins, y comparaba la altura de la columna con la de un buen barómetro de cubeta. Estos ensayos probaron que los balones habian conservado el vacío.

Dumas, habiendo analizado el aire contenido en estos balones, encontró que la composicion era sensiblemente la misma en el de París, que en el de Berna; porque las pequeñas diferencias que han solido encontrarse, provienen mas que de falta de exactitud en la composicion, de errores inevitables en los procedimientos.

Marinac analizó el aire de Ginebra y Stas el de Bruselas, empleando para este fin el aparato de Dumas y Boussingault. Encontraron que su composicion era idéntica á la del aire de París. Pero un jóven químico danés, llamado Lévy, durante una travesía desde el Havre á Copenhague, recogió una porcion de aire, lo mas próximo posible á la superficie de las aguas. Este aire, comparado con el de Copenhague y con el tomado sobre la costa de Kronborg, con el viento de mar y á 12 metros sobre su nivel, presentó una proporcion de oxígeno algo menor, como lo prueban las cifras siguientes :

Medio del aire en Copenhague.	2299, 8
Medio del aire de la costa.	2301, 6
Medio del aire tomado en mar.	2257, 5

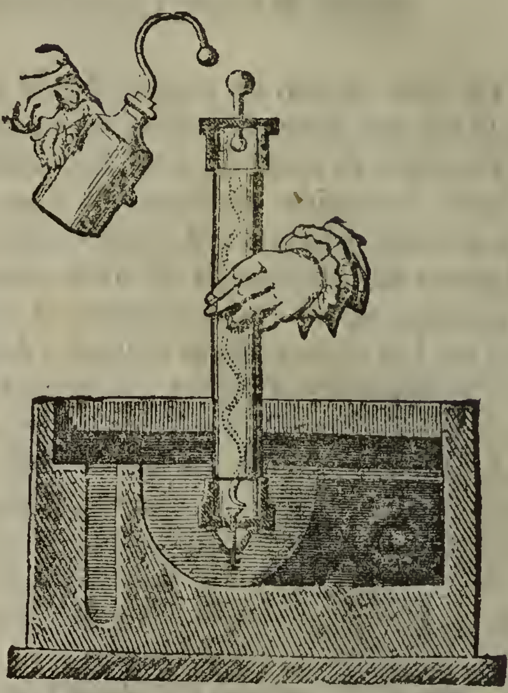
De este modo se puede decir que el aire tiene por todas partes la misma composicion, escepto á la superficie del mar.

He aquí el método que Boussingault ha seguido para marcar la dosis de ácido carbónico: consiste en hacer pasar, mediante la aspiracion producida por el derramamiento de un líquido, un volúmen determinado de aire seco, por un sistema de tubos absorbentes, aptos para retener el ácido carbónico. El aumento de peso en los tubos absorbentes, da el peso del ácido carbónico. Para regularizar el derramamiento del líquido, Boussingault ha añadido al aspirador un vaso de Mariotte (véase la Física). Para conseguir la propiedad absorbente, ha hecho uso de pequeños fragmentos de piedra pómez, embebidos de ácido sulfúrico concentrado, el cual retiene el agua contenida siempre en el aire, y de otros fragmentos de la misma piedra embebidos en una disolucion de potasa, con lo cual ha logrado retener el ácido carbónico. Despues que Boussingault ha dado á conocer este aparato, los tubos llenos de piedra pómez y humedecidos, sea con la disolucion de potasa, sea con el ácido sulfúrico, se emplean diariamente en los laboratorios químicos. El aparato que representa la figura 3.ª (pág. 28) da á conocer muchos de estos tubos en U llenos de piedra pómez.

El aire encierra de 4 á $\frac{6}{10,000}$ de ácido carbónico en volúmen: las mas veces no contiene sino $\frac{4}{10,000}$ que es la cifra obtenida en París por Boussingault. Contiene además una cantidad casi igual de gas hidrógeno carbonado, que se llama gas de pantano, porque las aguas estancadas le desprenden con frecuencia; contiene en cantidades variables vapor acuoso, carbonato y nitrato de amoníaco, que no tienen en el aire sino una existencia momentánea, á causa de su solubilidad en el agua; y por último contiene accidentalmente una multitud de otras sustancias.

Se puede tambien analizar el aire por medio de la combustion del hidrógeno, en el *eudiómetro de Volta*, como lo ha hecho Humboldt y Gay-Lussac. La figura 4.ª representa este aparato: he aquí cómo se opera. Se toma un eudiómetro de agua ó de mercurio, y se introduce en él cierta cantidad de aire y un esceso de gas hidrógeno; se hace pasar una chispa eléctrica al través de la mezcla, con lo cual se produce la detonacion; se mide el residuo; se separa este del volúmen de la mezcla, y se infiere la absorcion. Esta absorcion dividida por tres, da por cociente la cantidad de oxígeno que eliminada del volúmen del aire, da la cantidad de ázoe.

Fig. 4.



Sobre un nuevo medio eudiométrico inventado por Dupasquier.—«Generalmente, dice Dupasquier, no se pone en práctica el eudiómetro, sino con el hidrógeno ó el fósforo. La operacion eudiométrica por el hidrógeno, operacion la mas exacta de todas, no puede hacerse convenientemente, sino en un laboratorio de química; y la que se practica mediante la combustion lenta del fósforo, que es la mas fácil y la mas cómoda de ejecutar en todas partes, puede acarrear errores bastante graves, y exige por otra parte largo tiempo para su terminacion.»

Estas consideraciones han obligado á Dupasquier á sacar partido de la propiedad que posee el hidrato de protóxido de hierro, de absorber con mucha actividad el oxígeno, para aplicarla á la análisis del aire. Como no se puede conservar el hidrato ferroso, se obtiene este producto durante la operacion eudiométrica, por la reaccion que ejerce la potasa sobre el sulfato de protóxido de hierro.

La manera de proceder en esta análisis es pronta, y los resultados que de ella se obtienen son muy exactos: ofrece por otra parte la ventaja de poder marcar en la misma operacion la cantidad de ácido carbónico *irregular* del aire que se somete al análisis.

El aparato de que se sirve Dupasquier para este análisis es muy sencillo. Está constituido por un tubo graduado en 100 partes, al cual se añade un obturador de cristal, haciendo del todo un instrumento especial.

Este instrumento consiste en un tubo de cristal, cerrado por una estremidad de 30 centímetros de longitud total, y de un diámetro interior de 15 milímetros. Una parte de este tubo, cuya capacidad (en la porcion graduada) es de 50 centímetros cúbi-

cos, ha sido dividida en 100 partes ó grados, representando cada uno medio centímetro cúbico. La parte del tubo que no está graduada, no tiène mas que 3 centímetros de longitud. Este tubo, esmerilado por su estremidad inferior, entra en un obturador, que se ajusta á su tapon de cristal. Este obturador es hueco como un dedal y presenta un reborde superior y otro inferior. La longitud del obturador es de 4 centímetros, y su profundidad de 3 centímetros.

Modo de operar.—Se llena el tubo de agua, y despues se deja salir este líquido hasta que el aire que se ha de analizar ocupe todo el espacio comprendido entre cero y 100 grados. Si se supone que el aire contiene el ácido carbónico en una proporcion irregular, se introduce un pedazo pequeño de potasa en el vacío del obturador y se cierra el tubo. En seguida se agita por espacio de dos ó tres minutos; se sumerge en el agua la estremidad inferior del tubo, y se anota la cantidad de gas absorbido, que indica la del ácido carbónico irregular. Luego que el aire no contiene ya mas que oxígeno y ázoe, se introducen en el obturador dos gramas de potasa cáustica y cinco de sulfato de protóxido de hierro recientemente cristalizado, ó bien conservado. Se introduce despues el obturador en el agua, se hacen desprender las burbujas de aire que se pueden adherir á la potasa y al sulfato ferroso, despues se fija con cuidado el tubo en el obturador, y se saca el aparato del agua, cuando hay evidencia de que el tubo está perfectamente cerrado. Entonces se agita horizontalmente y sin cesar, por espacio de media hora; tiempo suficiente operando sobre el aire normal, para que sea absorbido todo el oxígeno. En este estado, se sumerge dentro del agua la estremidad inferior del instrumento; se deja salir el líquido turbio formado por el óxido de hierro, se lava el tubo sin dejar perder nada del residuo gaseoso, y se hace afluir el líquido esterior con el líquido interior. Llegado este punto, se anota la cantidad de gas que ha desaparecido, y esta es cabalmente la que representa el oxígeno. Operando con cuidado sobre el aire normal hay 21 grados absorbidos, y no quedan mas que 79 que representan la proporcion de ázoe. Si despues de concluida la media hora, se teme que no haya sido absorbido todo el oxígeno, se destapa lijéramente el obturador sumergido en el agua y se inclina algun tanto para dejar entrar un poco de agua que reemplace al gas absorbido. Se agita de nuevo durante ocho ó diez minutos, y se vuelve á empezar el ensayo que se acaba de indicar. Si en esta rectificacion del procedimiento no se observa algun cambio en la altura interior del líquido, la absorcion es completa, y la operacion se encuentra terminada.

Teoría.—En esta operacion, la potasa se apodera del ácido del sulfato ferroso, y precipita en óxido en estado de hidrato, el cual al principio es blanco, ó blanco agrisado, pero se colora al instante en verde, en verde oscuro, y despues en verde negro, mezclado algunas veces de orin por la absorcion del oxígeno.

Nos restaria hablar de la composicion del aire encerrado, y

del aire hecho insalubre, sea por los miasmas, sea por los gases estraños. Pero, como esta esposicion exige conocimientos que no tenemos todavía, trataremos de ellos en el capítulo general de sus aplicaciones.

Ocupémonos ahora en describir las principales propiedades, y en indicar la preparacion de esta parte activa del aire, á la cual hemos conocido bajo el nombre de oxígeno.

OXIGENO. *Aire deflogisticado, aire vital, aire eminentemente respirable.*—Este cuerpo simple fue descubierto por Priestley en el mes de agosto de 1774: su existencia habia sido sospechada por Geber en el siglo IX, y por Juan Rey en el siglo XVII. Lavoisier es el que ha hecho apreciar el papel inmenso que representa en la naturaleza. El oxígeno es un gas incoloro, insípido, inodoro y permanente. Su peso específico es de 1,1057, tomando el aire por unidad; su peso atómico, al cual se compara el de los otros cuerpos, es de 100. Sometido á una fuerte presion, desprende calórico y luz; efecto debido á la combustion parcial del aceite de que está cubierto el piston. Es de todos los gases el que refracta menos la luz, pues que su poder refractivo no es sino de 0, 861616 comparado con el del aire. Es el mas electro-negativo de todos los cuerpos.

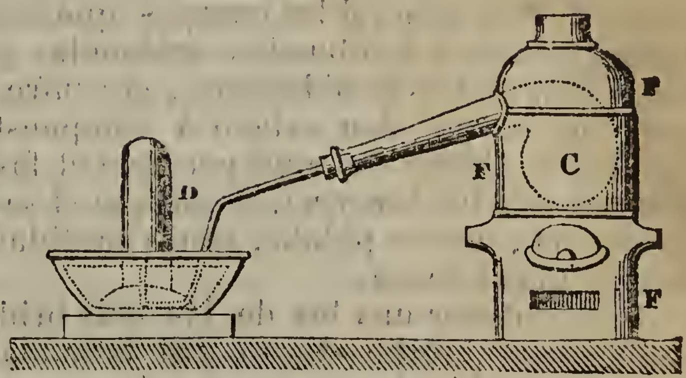
Caracteres.—El oxígeno se combina con todos los cuerpos simples, unas veces con desprendimiento de calórico, y otras con desprendimiento de calórico y de luz: frecuentemente se combina en muchas proporciones. Muchas veces esta combinacion se hace directamente. Si se sumergen en este gas el carbon, el ázufre, el fósforo, el hierro, etc., presentando un punto en ignicion, tiene lugar prontamente la absorcion, con desarrollo de calórico y luz. El agua no le disuelve sino en muy pequeña cantidad.

Usos.—Para formarse una idea de los usos del oxígeno, basta decir que forma parte del aire atmosférico, que es el único gas que puede sostener la vida; que forma parte de todos los óxidos y de muchos ácidos; y en fin, que es el que representa el papel mas importante en el fenómeno que se llama combustion.

Preparacion.—Se pueden seguir muchos procedimientos para estraer el oxígeno. El mas económico consiste en calentar casi hasta el rojo el bióxido de manganeso en una retorta de barro enlodada C (fig. 5), dispuesta en un horno de reverbero E F; en seguida se desprende el oxígeno y se conduce por un tubo encorvado bajo una campana llena de agua D. Lo que queda en la retorta no es sino el protóxido mezclado con un poco de bióxido.

Este procedimiento no le da muy puro. Para obtenerle en este estado, se calienta en una retorta de vidrio el clorato de potasa; y se opera de la misma manera que en el anterior procedimiento. El residuo está formado en este caso por el cloruro de potasio, lo cual se concebirá si se atiende á que el clorato de potasa puede ser representado por cloruro de potasio, mas oxígeno.

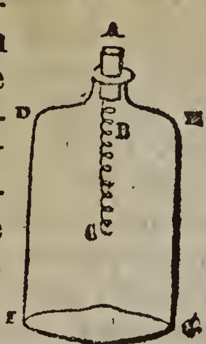
Fig. 5.



Se puede estraer tambien de otros muchos óxidos.

COMBUSTION Y LLAMA.—La combustion se define hoy: *un fenómeno general que tiene lugar cuando los cuerpos se combinan con desprendimiento de calórico y luz.* La esperiencia mas notable para demostrar esta propiedad, es debida á Ingenhous. Se toma un cabo de hilo de hierro muy fino B C (fig. 6) vuelto en espiral, se fija una de sus estremidades B en un tapon de corcho A, destinado á tapar la botella DEFG, y se ata á la estremidad de este hilo de hierro un pequeño pedazo de yesca C. Dispuestas así las cosas, se llena de oxígeno la botella DEFG; se enciende la yesca C; se introduce prontamente, así como el hilo de hierro BC, en la botella; y se tapa en los términos que se ve fig. 6. Así que se sumerge la yesca en el oxígeno, empieza á quemarse con un brillo deslumbrador; comunica la inflamacion al hierro, y este se quema tambien, esparciendo chispas brillantes que caen al fondo de la botella en glóbulos redondeados, que por el enfriamiento se vuelven negros y que conservan un resto de brillo metálico. El hierro quemado así, es mas quebradizo y mas frágil que lo sería el mismo cristal; se reduce fácilmente á polvo, y aunque conserva la propiedad de ser atraido por el iman, es en un grado mas débil que antes de su combustion.

Fig. 6.



En otro tiempo se pensaba que no era posible la combustion sin la fijacion del oxigeno; pero el fenómeno del desprendimiento de calórico y luz que tiene lugar cuando se arroja arsénico ó antimonio en polvo en el cloro, debió hacer cambiar esta opinion. Sin embargo, se llama todavia combustion al fenómeno en virtud del cual un cuerpo simple se combina lentamente con el oxigeno; y aunque en este caso no haya desprendimiento de luz es evidente que este fenómeno no ha dejado de realizarse. Hay pues que tener en cuenta que la combinacion se efectua con lentitud, y por lo tanto que el calor desarrollado no está en bastante cantidad para ser luminoso.

Cuando el desprendimiento de calórico y luz se desarrolla en

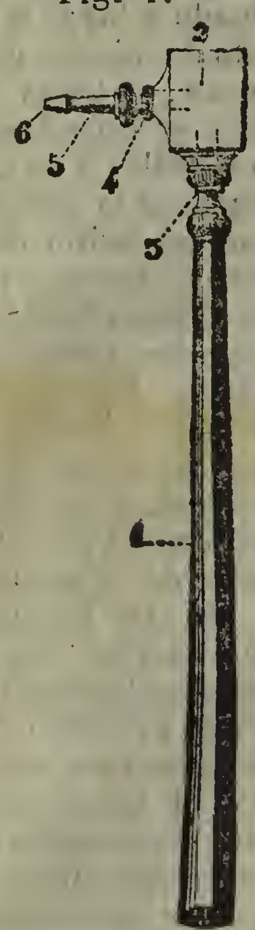
una sustancia gaseosa, se produce lo que se denomina *llama*. La llama no es, pues, sino una materia gaseosa, calentada hasta el punto de ser luminosa.

La temperatura de la llama es superior siempre al calor blanco de los cuerpos sólidos. La llama no ofrece siempre el mismo brillo: en general los cuerpos que son susceptibles de producir durante la combustion sustancias gaseosas, dan una luz muy débil; tal es el hidrógeno, el azufre, etc. Por el contrario, los cuerpos que dan orígen á compuestos fijos producen una luz muy brillante; he aquí por qué el fósforo en su combustion produce una luz tan viva, y por qué si se coloca en la llama del hidrógeno, que es pálida, cierta cantidad de amianto, se hace mucho mas intensa.

Para obtener una luz de las mas brillantes y comparable á la del sol, se recibe sobre la cal la llama resultante de la combinacion del hidrógeno con el oxígeno puro.

Se puede aumentar muy notablemente el calor de la llama dirigiendo sobre ella una corriente de aire, que active de una manera eficaz la combustion de los gases que la producen. El instrumento que se emplea para este uso, lleva el nombre de soplete.

Fig. 7.



SOPLETE.—Este instrumento fue largo tiempo empleado en las artes, antes que se pensase utilizarle en la química. Swab, mineralogista sueco, le aplicó el primero al ensayo de los minerales hácia el año de 1738; despues de este tiempo, se ha empleado por los mineralogistas y los químicos. Con este instrumento se puede con presteza y notable exactitud reconocer la naturaleza y los principales caracteres de las mas pequeñas cantidades de sustancias minerales. El soplete que en la actualidad se emplea, ha sido perfeccionado por Ganh (fig. 7). He aquí las diferentes piezas de que se compone: 1, tubo hueco y cónico; 2, espacio cilíndrico destinado á recibir la humedad arrastrada por el aire soplado; 3, abertura de este espacio para recibir el tubo á tornillo; 4, otra abertura destinada á recibir el cañoncito del pico; 5, pico de cobre ó de plata; 6, pequeño pico de platino colocado en la estremidad. El soplete se ha empleado para ensayar la fusibilidad de los cuerpos, lo cual se ejecuta, ya colocándolos solos, ó ya adicionándoles un fundente, como por ejemplo, el borax ó el carbonato de sosa que sirve para reducir los óxidos ó para oxidar los metales. En este instrumento, los carrillos son los que hacen el oficio de fuelle, y para que la corriente de la llama sea continua, la respiracion debe efectuarse por la nariz.

Una cuestion tan delicada como interesante en la combustion es la que se refiere al consumo de oxigeno, efectuado por los combustibles usuales en nuestras casas. Se admite que para una vela de sebo de una libra de peso, se necesitan 68 gramas de oxígeno por hora, que representan cerca de 340 decímetros cúbicos de aire; para una bujía de cera son necesarias 86 gramas de oxigeno, y para una lámpara ó quinqué Carcel, son indispensables 336 gramas, ó sean 1680 decímetros cúbicos de aire.

Medios empleados para obtener temperaturas muy elevadas.—Siendo indispensable en muchas esplotaciones industriales una elevacion considerable de temperatura, se han buscado con cuidado los medios de lograr este resultado. Para obtenerse en los mas concluyentes términos se ha acumulado el aire al rededor de las materias combustibles mediante el auxilio de máquinas soplantes. Pero siendo el oxígeno el único elemento del aire que sostiene la combustion, uniéndose este á los combustibles en el completo estado de aislamiento, se obtienen los mas importantes resultados. Hoy nada se resiste al fuego que puede producirse por el oxigeno: este fuego funde el platino y le quema echando chispas centellantes, obliga á entrar en fusion al cristal de roca y á las piedras preciosas, no funde al diamante, pero le hace entrar en combustion y le destruye con la mayor prontitud. El combustible que se emplea ordinariamente para estas esperiencias es, como hemos dicho ya, el hidrógeno. Se tienen desde luego mezclados los dos gases, en la proporcion de un volúmen de oxígeno y dos de hidrógeno. Pero los peligros que presenta esta mezcla, de la cual todas las partes son instantáneamente combustibles, han precisado á renunciar á ella, y han aconsejado emplear por separado los dos gases inflamándolos únicamente á la salida de una llave comun. Se puede llevar á efecto esta esperiencia todavía con mas facilidad, haciendo pasar una corriente rápida de oxígeno por la llama de una lámpara de alcohol: la temperatura obtenida mediante este procedimiento, basta para producir todos los efectos que resultan por la combustion del hidrógeno.

Teoria de la combustion—La teoría de la combustion ha sido siempre la base de las doctrinas químicas. Echemos una rápida ojeada sobre las diferentes hipótesis que han servido para dilucidarla.

Teoría del flogístico.—Stalh dice que todos los cuerpos combustibles contienen una sustancia particular á que da el nombre de flogístico, la cual desprendiéndose produce la combustion: pero Lavoisier probó que la combustibilidad en vez de estar acompañada por la pérdida de algunas sustancias, consistia en la combinacion con un cuerpo ponderable, el oxígeno.

Teoría antiflogística.—Lavoisier esplicaba el fenómeno de la ignicion diciendo: que el gas oxígeno perdia su calórico latente al entrar en las combinaciones, y que de aquí resultaba el desprendimiento del calor; pero examinemos la combustion del

gas hidrógeno y la formacion del agua, y veamos si se puede sostener esta opinion.

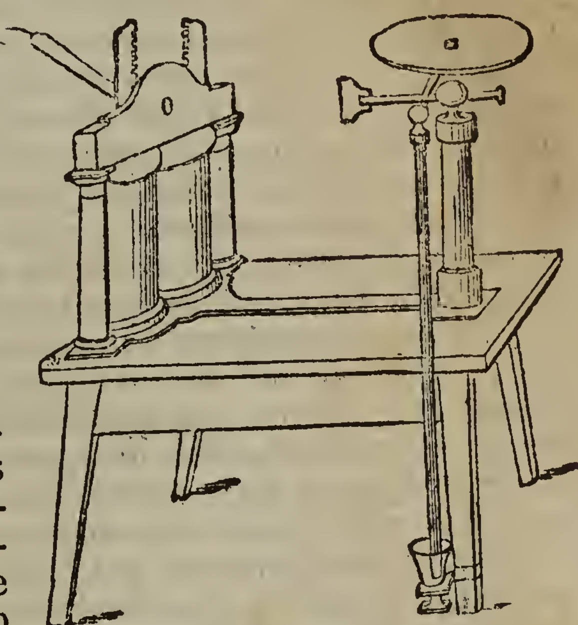
El calor específico de 100 partes de agua puede ser representado por 100: el calor específico del agua, tomada esta por unidad, es en el gas oxígeno de 0,361 y en el gas hidrógeno de 3,2936. En 100 partes de agua hay 11,1 de hidrógeno, del cual el calor específico puede ser representado por 36,55 y 88,9 partes de oxígeno, cuyo calor específico es de 20,99: reuniendo estos dos números se tiene 57,54 correspondientes al calor específico de la mezcla de oxígeno é hidrógeno en las proporciones indispensables para producir 100 partes de agua. Mas el calor específico de esta agua líquida es 100; es decir, 42,46 mas que el de sus elementos. La enorme cantidad de calórico desprendido durante la combustion del gas hidrógeno, no proviene de un cambio de calor específico, porque debia haber enfriamiento; sino que es debida al desprendimiento del calórico que da la forma gaseosa al oxígeno y al hidrógeno; pues que el agua en el momento de formarse produce un vapor mucho mas dilatado que sus elementos gaseosos. Es necesario, por lo tanto, buscar en otra parte la causa del desprendimiento de calórico.

Teoría electro-química.—Despues del descubrimiento de la pila, y aun antes de esta época memorable, se ha sospechado entre las fuerzas eléctricas y las fuerzas químicas una analogía, que han venido á confirmar la mayor parte de los esperimentos. Cuando se ha visto que todas las veces que se combinaban dos electricidades de distinto nombre habia desprendimiento de calórico y de luz, y que todas las veces que dos cuerpos se combinaban, habia igualmente neutralizacion y desprendimiento de calórico y de luz, causaba la mayor sorpresa esta particular analogía. Y cuando se observó que bajo la influencia de dos electricidades de nombre contrario todos los cuerpos compuestos se encontraban destruidos y restituidos á sus elementos, no pudo rehusarse el admitir como muy probable que hay identidad entre las fuerzas químicas y las fuerzas eléctricas. La esplicacion mas verosímil de la combustion y de los fenómenos que de ella dependen es entonces la siguiente: *En toda combinacion química hay neutralizacion de electricidades opuestas; esta neutralizacion ocasiona el fuego, de la misma manera que le produce en la descarga de la botella de Leyden, de la pila y del trueno.*

De la respiracion.—Se sabe que la respiracion se efectua en el hombre y en la mayor parte de los animales mediante un órgano llamado los *pulmones*. Esta funcion esencial á la vida consiste esclusivamente en la aspiracion de cierta cantidad de aire que entra en los pulmones y que es en seguida espulsado por ellos. Estas dos operaciones se ejecutan con el auxilio de movimientos alternativos de los músculos, cuya accion es incesante. Al punto que la respiracion se suspende aun durante un tiempo muy limitado, el animal sucumbe. La respiracion no puede efectuarse en un punto privado de aire; se reprime muy pronto si la

cantidad de este agente es demasiado pequeña, ó si se encuentra muy enrarecido. Para probarlo, se coloca un pájaro vivo bajo el recipiente A de la máquina neumática (fig. 8), que se cubre con una campana herméticamente cerrada. Luego que se ha sacado una parte del aire encerrado en el recipiente, el pájaro se debilita bien pronto, agita las alas, cae aniquilado, hace frecuentes respiraciones y no tarda en sucumbir, si no se le vuelve al aire. Ningun otro gas sino el aire puede servir para la respiracion: el oxígeno puro es demasiado activo: los otros fluidos obran como venenos ó como materia inerte; el ácido carbónico está en el primer caso, y el ázoe en el segundo.

Fig. 8.



Lavoisier y Seguin han hecho numerosas esperiencias acerca de la respiracion. Admitiendo que un hombre consume en 24 horas 755 litros de oxígeno: resulta de este hecho que un hombre puede en el indicado término consumir el oxígeno contenido en mas de 3 metros $\frac{1}{2}$ cúbicos de aire atmosférico. Esta asercion podria hacer temer que la provision de aire respirable vendria con el tiempo á agotarse completamente. Para desvanecer todas las aprensiones respecto á este punto, citaremos un testo de una memoria del célebre Dumas. Este testo dice así: «El cálculo demuestra que aun exagerando todos los datos no se necesitarian menos de 800,000 años, para que puedan consumir completamente el oxígeno los animales vivientes en la superficie de la tierra. Por consiguiente, si se suponia que la análisis del aire hubiese sido hecha en 1800, y que durante todo el siglo las plantas hubiesen cesado de funcionar en la superficie del globo entero, al mismo tiempo que todos los animales hubiesen continuado en el disfrute de su vida, las análisis que se efectuasen en 1900, darian por resultado que el oxígeno del aire disminuido, equivaldria á un $\frac{1}{8000}$ de su peso: cantidad que es inaccesible á nuestros métodos de observacion aun los mas delicados; y que en tan dilatado espacio de tiempo, en nada influia sobre la vida de los animales ó de las plantas. No nos engañamos, pues, al afirmar que el oxígeno del aire es consumido por los animales, que le convierten en agua y en ácido carbónico: al mismo tiempo que es restituido por las plantas, en el acto de descomponer estos dos cuerpos. Mas la naturaleza lo ha dispuesto todo en términos tales, que el depósito del aire

está en completa relacion con el gasto de los animales; y por consiguiente que la necesidad de la influencia de las plantas para la purificacion del aire, no se haga sentir sino al cabo de algunos siglos.

«El aire que nos rodea pesa tanto como 581,000 cubos de cobre de un kilómetro de lado; su oxígeno pesa tanto como 134,000 de estos mismos cubos. Suponiendo la tierra poblada de mil millones de hombres, y llevando la poblacion animal á una cantidad equivalente á tres mil millones de hombres, se encontraria que estas cantidades reunidas no consumen en un siglo sino un peso de oxígeno igual á 15 ó 16 kilómetros cúbicos de cobre, mientras que el aire encierra 134,000. Con referencia á estas observaciones se deduce que serian indispensables 10.000 años para que todos los hombres pudiesen producir sobre el aire un efecto sensible en el eudiómetro de Volta, aun suponiendo la vida vegetal aniquilada durante todo este tiempo.

«En lo concerniente á la permanencia de la composicion del aire, podemos decir con toda seguridad que la porcion de oxígeno que él contiene, está garantida para muchos siglos, aun suponiendo nula la influencia de los vegetales, y que sin embargo estos le restituyen sin cesar el oxígeno en cantidad cuando menos igual á la que pierde y acaso superior, porque los vegetales viven tan dependientes del ácido carbónico, suministrado por los volcanes, como del que suministran los mismos animales.»

Conviene persuadirse que cuando se está encerrado en un espacio determinado no puede consumirse impunemente las últimas porciones de oxígeno que encierra el aire. Para no esperimentar este riesgo, importa que la porcion gastada no esceda de la cuarta parte; por lo tanto para que un hombre no esperimente ninguna incomodidad en una pieza bien cerrada durante 24 horas, el espacio debe ser á lo menos de 14 metros cúbicos.

Veamos ahora cómo obra el oxígeno en la respiracion. Las mejores investigaciones respecto á este particular son debidas á Priestley y Lavoisier. Estos dos sabios han reconocido, y los hechos han comprobado despues que el aire espirado contiene además de vapor de agua, un poco menos de oxígeno y mas ácido carbónico que el aire inspirado; que el ázoe apenas varía en sus proporciones, y por último que el volúmen del aire espirado es casi igual al del aire inspirado. De estos hechos deducen Lavoisier y Laplace que luego que la sangre venosa se pone en contacto con el aire en los vasos capilares de los pulmones, el óxido le quita una porcion de su carbono, que convierte en ácido carbonico, y de su hidrógeno, que convierte en agua; estos dos productos son arrojados por la contraccion de los pulmones. La sangre venosa, privada así de una porcion de carbono y de hidrógeno, recobra todas las propiedades de sangre arterial.

Esta teoría de la respiracion es estremadamente sencilla, y el fenómeno esencial estriba en una verdadera combustion. Edwards ha probado que no era solamente en los pulmones donde se verifica esta tan notable trasformacion, sino que además tiene lu-

gar en todo el aparato circulatorio. Como quiera que sea, la hipótesis de Lavoisier no es menos cierta en sus resultados definitivos. Se tiene tambien por este medio una esplicacion muy sencilla, relativamente á la produccion del *calor animal.* Dulong y Despretz han creido que no se podia de este modo probar sino las $\frac{9}{10}$ del calor producido, pero examinando Dumas las esperiencias de estos sabios, ha puesto fuera de toda duda que existen algunos errores en el método que emplearon, y que está demostrado como Lavoisier lo habia establecido, que todo el calor animal viene de la respiracion, el cual se mide por el carbon y el hidrógeno quemados durante este acto. En tan interesantísimas investigaciones estaba ocupado nuestro inmortal químico, cuando el hacha de los terroristas cortó el curso de una vida tan útilmente empleada. Lavoisier pereció el 8 de mayo de 1794, á los cincuenta años de edad.

Creo complacer á mis lectores, trasladando el bello pasage sobre el calor de los animales, estractado de las Memorias de Lavoisier..... «Partiendo de los conocimientos adquiridos, y reduciéndonos á ideas sencillas que pueda cada uno comprender muy fácilmente, diremos desde luego que la respiracion no es sino una combustion lenta de carbono é hidrógeno en todo semejante á la que se verifica en una lámpara ó en una bujía que arde, y que bajo este punto de vista los animales que respiran son verdaderos cuerpos combustibles que arden y se consumen.

«En la respiracion como en la combustion, el aire de la atmósfera es el que suministra el oxígeno y el calórico; pero como en la respiracion es la misma sustancia animal, es la sangre la que suministra combustible, si los animales no reparan habitualmente por los alimentos lo que pierden por la respiracion, el aceite faltará bien pronto á la lámpara, y el animal perecerá como una luz que se estingue cuando le falta el sustento.

»Las pruebas de esta identidad de efectos entre la respiracion y la combustion del aceite, se deducen inmediatamente de la esperiencia. En efecto, el aire que ha servido para la respiracion, no contiene ya á la salida del pulmon la misma cantidad de oxígeno; encierra no solamente el gas ácido carbónico, sino tambien mucha mas agua que antes de la inspiracion. Pero como el aire vital no puede convertirse en gas ácido carbónico, sino por una adicion de carbono, como no puede convertirse en agua, sino por una adicion de hidrógeno, y como esta doble combinacion no puede efectuarse sin que el aire vital pierda una parte de su calórico específico, resulta de esto que el efecto de la respiracion es el de estraer de la sangre una porcion de carbono é hidrógeno, y depositar en su lugar una porcion de su calórico específico que durante la circulacion se distribuye con la sangre en todas las partes de la economía animal, y que sostiene esta temperatura casi constante que se observa en todos los animales que respiran.

»Se dirá que esta analogía que existe entre la respiracion y la combustion no habia pasado desapercibida á los poetas ó mas bien á los filósofos de la antigüedad, de los cuales aquellos eran los intérpretes y los órganos. Aquel fuego robado del cielo, aquella antorcha de Prometeo, no representa solamente una idea ingeniosa y poética: es la pintura fiel de las operaciones de la naturaleza. Se puede decir con los antiguos, que el fuego de la vida se enciende en el momento en que el niño respira por primera vez y que no se estingue sino con la muerte.

»Considerando estas relaciones tan acertadas, es fácil llegar á persuadirse de que en efecto los antiguos habian penetrado mas allá de lo que nosotros creemos en el santuario de los conocimientos; y que la fábula, como lo piensan algunos autores, no es sino una alegoría bajo la cual se ocultan las verdades de la medicina y de la física.»

§ II. De los metalóides.

Diferencias que existen entre los metalóides y los metales.—Los metalóides son en número de trece, á saber: el oxígeno, hidrógeno, boro, silicio, carbono, fósforo, azufre, selenio, iodo, bromo, cloro, fluor y ázoe. Estudiaremos estos cuerpos por el mismo órden en que se encuentran clasificados, segun su grado de afinidad con el oxígeno. Tienen todos por caracteres principales: ser electro-negativos respecto á los metales, conducir peor que estos el calor y la electricidad, y sobre todo formar mas particularmente ácidos, mientras que los metales forman casi siempre las bases. Habiendo hablado ya del oxígeno en el § precedente, no le repetiremos aquí y pasaremos á tratar del hidrógeno.

Hidrogeno. (*Aire inflamable.*)—Este cuerpo simple está muy esparcido en la naturaleza. Unido al oxígeno, constituye el agua; combinado con el carbono y con el oxígeno, constituye las materias vegetales; en fin, unido al ázoe, al carbono y al oxígeno, constituye las materias animales en el estado de pureza: es siempre gaseoso.

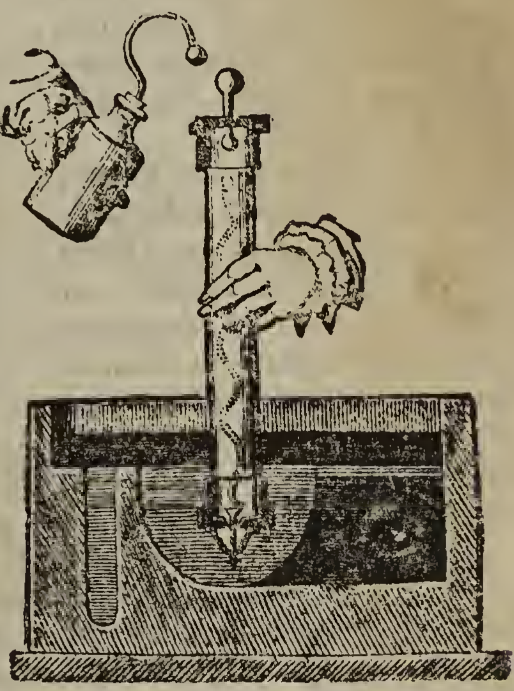
El hidrógeno es incoloro, inodoro é insípido: su peso específico, muy débil=0,0688, lo que permite trasvasarle fácilmente: su poder refractivo muy considerable = 6,61436; este se halla en relacion con su grande afinidad para con el oxígeno, y por consiguiente con su grande combustibilidad. Apaga todos los cuerpos en combustion y es impropio para la respiracion, aunque no es deletéreo. De todos los metalóides es el mas electro-positivo.

Resulta de estas propiedades, que se debe unir fácilmente con el oxígeno. En efecto, al calor ó por medio de una chispa eléctrica, estos dos gases, colocados en un eudiómetro (fig. 9), se combinan para dar orígen al agua. Esta combinacion se hace entre dos volúmenes de hidrógeno y uno de oxígeno, ó en peso 11,10 del primero, y 88,90 del segundo. La combinacion por la chispa eléctrica, se verifica con desprendimiento de calórico

y luz; al mismo tiempo que tiene lugar una detonacion mas ó menos fuerte.

Es fácil indicar la causa de esta detonacion. En efecto, cuando el eudiómetro está casi enteramente lleno de agua, y el resto se encuentra ocupado por los dos gases, estos se combinan mediante la chispa, y dan por resultado el agua. Este nuevo producto, que resulta en estado de vapor en razon del calor producido por la combustion, ocupa mas espacio que el gas, y comprime el agua de arriba abajo; pero en seguida este vapor, en contacto con el agua fria, se condensa; deja de repente un espacio lleno de agua que antes habia estado ocupado por su vapor; y de estos dos efectos instantáneos resulta un doble choque que produce la detonacion.

Fig. 9.



La combinacion podrá tambien verificarse por una fuerte y súbita presion; pues que por este medio habrá produccion de un fuerte calor.

Sin embargo hay algunos cuerpos entre los cuales puede tener lugar la combinacion bajo la influencia del frio; tales son el paladio, el rodio, el iridio y sobre todo el platino. Con efecto, si se dirige una corriente de hidrógeno sobre un pedazo de esponja ó musgo de platino, el metal se calentará hasta el rojo, el gas acabará por inflamarse y el producto formado será agua.

El hidrógeno es acaso el cuerpo que al quemarse produce mas calor. De esta propiedad se saca frecuentemente un gran partido para fundir sustancias que por otros procedimientos se consideran como infusibles.

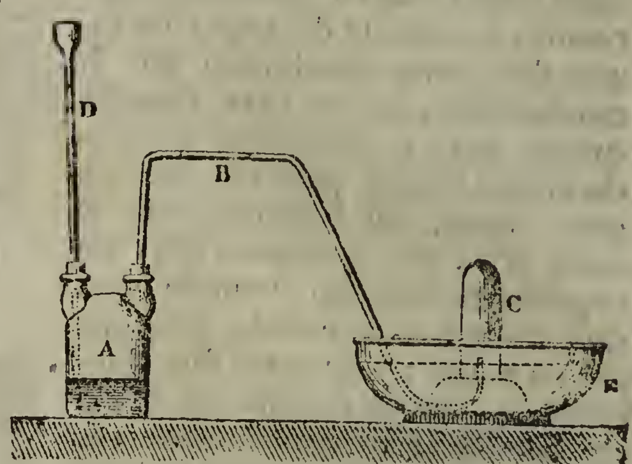
Aunque el hidrógeno es muy combustible, no se podria inflamar con una bujia encendida al través de una tela metálica muy fina aun cuando para este intento se mezclare al oxígeno. Esto es efecto de que el hilo metálico enfria la llama hasta tal punto que esta no podrá pasar al través de la tela, y detendrá al hidrógeno. En esta propiedad está fundada la *lámpara de seguridad* de Davy, tan útil á los mineros.

Bibra ha hecho algunas esperiencias sobre el color que diferentes sales comunican á la llama del hidrógeno. Las sales de potasa la coloran, aunque débilmente, de un marcado color de violeta, las de sosa de amarillo intenso, las de barita de verde claro, las de estronciana de rojo muy intenso, las de cal de un hermoso rosado, las de bismuto y mercurio de azulado, las de cobre de verde y las combinaciones de arsénico y de antimonio de color blanco.

Caracteres esenciales.—El gas hidrógeno es fácil de reconocer: 1.° por su lijereza; 2.° porque una bujía le inflama produciendo una lijera detonacion y un poco de agua; 3.° porque sumergida una bujía en el interior de una campana llena de dicho gas, se apaga despues de haber comunicado el fuego á las primeras capas.

Usos.—No se usa apenas el hidrógeno sino para hacer el análisis del aire, obtener una elevada temperatura y llenar los globos aerostáticos.

Fig. 10.

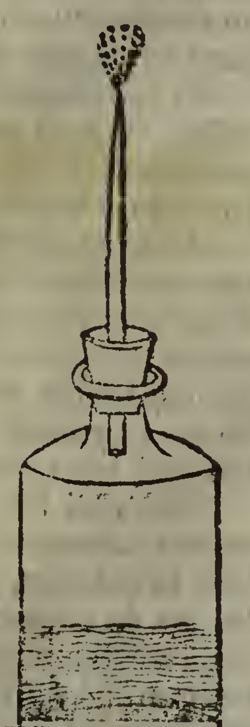


Preparacion.—Se toman limaduras de zinc ó de hierro, y sobre ellas se vierte ácido sulfúrico diluido en agua; el agua se descompone, su oxígeno se combina al metal, el cual oxidado se une al ácido y forma sulfato de hierro ó de zinc, mientras que el hidrógeno puesto en libertad se desprende.

El aparato (fig. 10) consiste en un frasco bitubulado A, en el cual se derrama el zinc; á una de sus tubuluras se adapta un tubo tres veces encorvado B, que va á parar bajo una campana llena de agua y dispuesta sobre la cubeta de agua E, y se vierte poco á poco el ácido sulfúrico diluido por el tubo derecho D.

Se puede tambien obtener el hidrógeno, descomponiendo el agua por la pila, como lo hemos espuesto en la parte física.

Fig. 11.



El hidrógeno es uno de los cuerpos mas esparcidos en la naturaleza, pues que combinado con el oxigeno constituye el agua. Su descubrimiento no data sin embargo, sino de los primeros años del siglo XVII: Boyle y Boerhave hablan de él en sus obras, pero no fue bien estudiado sino por Cavendish en 1766.

Si se mezcla el zinc ó el hierro en un frasco, al cual se ha adaptado un tapon, por el que atraviesa un tubo derecho muy fino en la punta, y se vierte ácido sulfúrico diluido sobre el zinc ó hierro, se desprende el gas hidrógeno que se puede inflamar en la estremidad del tubo, mediante el contacto con un cuerpo en ignicion. En este caso se tiene la *lámpara filosófica* (figura 11.)

Si se introduce en el tubo de la lámpara filosófica otro tubo mas largo puesto verticalmente, y se evita que la llama toque sus paredes, se oye un ruido musical que puede ser modificado haciendo variar la altura relativa de los tubos. Este instrumento lleva el nombre de *armonia química*. El

ruido que produce parece ser debido á un movimiento de contraccion y dilatacion que esperimenta la columna de aire existente en el tubo grande ó mayor movimiento que es ocasionado por la condensacion del vapor acuoso, resultante de la combinacion del hidrógeno con el oxígeno del aire.

El hombre puede, como lo ha demostrado Schéele, respirar el hidrógeno puro mezclado con el aire. Despues de muchas inspiraciones, el timbre ó metal de la voz está del todo cambiado.

De las combinaciones del hidrogeno.—El hidrógeno se combina con todos los metalóides, dando origen á compuestos cuyas propiedades son tan diferentes que se pueden dividir en tres series:

La primera comprenderá los compuestos neutros.

La segunda comprenderá aquellos cuyas propiedades son ácidas ó sea los llamados *hidrácidos*.

La tercera comprenderá los de propiedades alcalinas; tal es el amoníaco.

El agua es la mas importante de las combinaciones del hidrógeno: las otras combinaciones neutras que forma el hidrógeno llevan generalmente el nombre de *hidruros*. Entre estas hay solamente dos que ofrecen algun interés; á saber: las que forman con el carbono y con el fósforo.

Boro.—Fue descubierto este cuerpo simple por Gay-Lussac y Thenard. No se encuentra jamás puro en la naturaleza; forma parte de tres combinaciones naturales que son el ácido bórico, el borato de sosa y el borato de magnesia.

El boro es sólido, pulverulento, insípido, inodoro, de un moreno verdoso y de un peso específico mayor que el del agua. Sometido á la accion de un calor fuerte, no esperimenta mas alteracion que la de contraerse un poco: de donde se sigue que es infusible.

El oxígeno en frio no tiene ninguna accion sobre el boro, pero en caliente se verifica la combinacion con la mayor presteza; y de ella resulta el ácido bórico. Este ácido se funde despues y envuelve un poco de boro que queda sin descomponer y que en algun tiempo se tuvo por *óxido de boro*.

El boro posee la singular propiedad de dividirse en el agua pura hasta el punto de filtrar con ella; pero si este líquido contiene algunas sales, aunque sean en muy pequeña cantidad, el fenómeno deja ya de tener lugar. Lo mismo sucede si se calienta fuertemente el boro. Este cuerpo no tiene uso.

Preparacion.—Se obtiene el boro descomponiendo el ácido bórico por medio del potasio ó del sodio. Se reducen á fragmentos el metal y el ácido bórico; se colocan estos por capas alternativas en un tubo de cobre, que se calienta en seguida á la lámpara de alcohol. El metal se apodera al instante del oxígeno del ácido bórico, y forma el óxido, que combinándose con cierta cantidad de ácido borico resulta el bórato, mientras que el boro del ácido descompuesto queda libre. El agua hirviendo disuelve el borato, y el filtro retiene el boro.

Silicio.—Este cuerpo existe en gran cantidad en la naturaleza combinado con el oxígeno: ha sido descubierto por Gay-Lussac y Thenard, y estudiado por Berzelius. Es un cuerpo de un color moreno negruzco, sin brillo metálico, sin olor, sin sabor é infusible. Se obtiene por la accion reductiva del potasio.

Carbono. *Carbon puro.*—El carbono se halla profusamente esparcido en la naturaleza, en el estado de combinacion: todas las materias animales ó vegetales le contienen en grandes cantidades: forma parte del ácido carbónico y de todos los carbonatos. En el estado de pureza no se ha encontrado sino en el diamante.

Diamante.—A primera vista parece difícil admitir que el diamante, el mas puro y limpio de todos los minerales, es de la misma naturaleza que ese cuerpo negro y opaco que llamamos *carbon*; pero diversas esperiencias han convencido á los químicos de la identidad perfecta entre estos dos cuerpos de aspecto tan diferente y dotados de propiedades físicas tan opuestas. Hasta fines del último siglo, no se tenia una idea exacta de esta identidad, y este gran descubrimiento es tambien debido á Lavoisier. Los antiguos que conocian el diamante, le miraban como una materia incombustible. En 1495 Cosme III, gran duque de Toscana, mandó hacer esperimentos muy notables con el diamante á los miembros de la Academia *del Cimento*. El diamante colocado en el foco de un espejo ustorio, desapareció al cabo de algun tiempo: se reconoció igualmente la combustion completa del diamante con el auxilio del fuego de nuestros hornos, cuando este cuerpo está en contacto del aire, al paso que era indestructible por la accion del fuego mas vivo, cuando estaba perfectamente reservado de dicho agente. Mas Lavoisier aseguró que la combustion del diamante en vasos cerrados producia ácido carbónico, igual al del carbon de madera; y de aquí infirió que el primero de estos dos cuerpos debia contener el mismo principio combustible que el segundo; es decir, el carbono. Despues ha sido perfectamente probado que el diamante es carbono puro que consume en su combustion la misma cantidad de oxígeno que el carbon puro tomado bajo el mismo peso, y que suministra una cantidad igual de ácido carbónico, cuyo peso representa exactamente el del oxígeno, y el del diamante ó el del carbon. Este resultado debe quitar toda incertidumbre sobre la identidad absoluta de estas dos sustancias. Una cosa muy notable es que largo tiempo antes que se pensase someter el diamante á la prueba del fuego, el genio de Newton le habia hecho prever que este cuerpo debia ser eminentemente combustible. Las consideraciones sacadas de las propiedades ópticas que presenta, habian por sí solas conducido al ilustre inglés á emitir una idea tan verdadera que estuvo ignorada de los sabios hasta 1792.

El *diamante* se encuentra en las Indias Orientales y en el Brasil; se presenta bajo la forma de cristales muy brillantes, limpios y trasparentes; las mas veces está cubierto de una costra

mas ó menos espesa. Su criadero es en una especie de terreno arenoso y ferruginoso que los naturales llaman *cascalho*.

El diamante es el mas duro de todos los cuerpos conocidos, raya á todos y no puede ser atacado sino por su propio polvo. Este polvo es negruzco, aun cuando provenga de diamantes incoloros. Su poder refractivo=3,1961. Calentado en vasos cerrados no se altera de ningun modo, pero si se calienta al aire libre no tarda, si la temperatura es elevada, en apoderarse del oxígeno del aire y pasar al estado de ácido carbónico.

Se emplea como objeto de lujo; se sirven tambien de él para rayar otros cuerpos, y sobre todo para cortar el cristal. En la parte de este curso consagrado á la historia natural, he dado los detalles acerca de la situacion, propiedades y valor de los diamantes.

La *plombagina*, designada tambien bajo el nombre de grafito, de mina de plomo, de lápiz negro, es una variedad de carbono mas ó menos impuro que se presenta en masas informes de un gris negruzco con brillo metálico. Esta sustancia que se encuentra en los terrenos de antigua formacion, se la consideraba en otro tiempo como un carburo de hierro, pero hoy está bien reconocido que es una variedad de carbono mezclado con tierra y óxido de hierro. Se emplea la plombagina para hacer lápices.

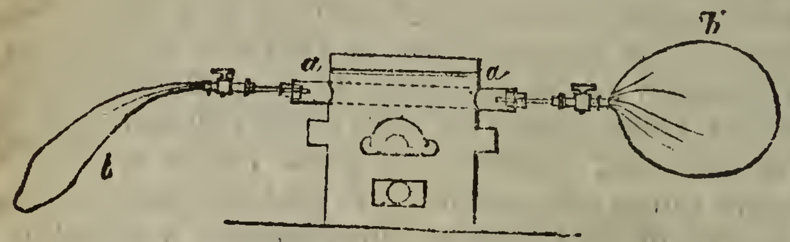
El *antracito* es una sustancia carbonosa y negra, empleada como combustible. Tiene un brillo casi metálico; mancha los dedos de negro oscuro; es opaca, friable y seca al tacto. Se encuentra tambien en antiguos terrenos.

Ulla.—Se da este nombre, que viene de la palabra sajoniense *hulla*, á una materia carbonosa que se encuentra en masas bastante considerables en el seno de la tierra y que está formada esencialmente por el carbono y por un betun agregados á una porcion variable de materias terrosas. Es el combustible mineral mas abundante, y sin contradiccion el mas estimable, pues que permite al hombre economizar las maderas que nacen en la superficie de la tierra, y suple á la lentitud de su acrecentamiento. Es la base de todas las industrias, en las cuales hay necesidad de producir un frecuente calor: es un manantial inagotable de riqueza y de poder para los pueblos que poseen minas de esta sustancia comunmente conocida con el nombre de carbon de tierra. La ulla se encuentra en las capas inferiores de los terrenos secundarios. Las minas de ulla mas abundantes estan en Inglaterra y en Bélgica. En Francia se cuentan por lo menos 42 departamentos que ofrecen criaderos de esta sustancia en cantidades mas ó menos considerables. Entre estos los mas notables son el de San Esteban, el de Creuzot y el de Anzin.

Algunas variedades de carbono son mas difíciles de quemar, como el diamante y la plombagina. Para conseguirlo se emplea el aparato siguiente (fig. 12): consiste en un tubo de porcelana *a a*, cubierto de barro, al cual se adaptan por medio de tubos de cristal dos vejigas *b b'*; la una llena de gas oxígeno, y la otra vacía. El diamante ó la plombagina está colocado en medio del tubo,

que se sostiene á la temperatura roja durante toda la operacion, y se hace pasar y repasar el gas al través de este tubo, comprimiendo alternativamente las dos vejigas. Al cabo de bastante tiempo, el diamante ó la plombagina desaparece, y el oxígeno

Fig. 12.



se trasforma en ácido carbónico, sin cambiar su volúmen. Lavoisier ha verificado la combustion del diamante, colocándole en el centro de una campana llena de oxígeno, y háciendo caer sobre él los rayos solares, acumulados por medio de una lente muy fuerte. El diamante por este procedimiento arde con una llama tranquila y de un rojo tan brillante, que se hace visible aun á la mayor claridad del sol. El calor desarrollado es tan considerable que pueden fundirse hasta los hilos de platino.

Carbones.—Se da siempre el nombre de carbon á una mezcla de mucho carbono, un poco de hidrógeno, y mas ó menos cantidad de sales; que constituyen la ceniza. En los carbones que provienen de materias animales, se encuentra una grande cantidad de ázoe. La cantidad de carbono que contiene el carbon, varia segun la procedencia de esta sustancia. Por ejemplo: el carbon de abeto contiene 98,56 de carbono; el de boj ordinario no calcinado 97,85, y el que proviene de materias animales no terrosas, tan solamente contiene 71,7; el resto es compuesto por el ázoe. Se pueden, pues, reconocer dos especies de carbones: el carbon vegetal ó hidrogenado, y el carbon animal ó azoado.

El carbon vegetal es sólido, negro, frágil, muy poroso, inodoro, insipido y mas pesado que el agua. Si contiene pocas materias estrañas, conduce bien el calórico; pero en el caso contrario le conduce muy poco. Es mal conductor del fluido eléctrico escepto cuando está fuertemente calcinado; el cisco de tahona se halla en este caso, y esta propiedad le hace en estremo á propósito para rodear los pies de los pararayos.

Sometido el carbon á un fuerte calor en vasos cerrados, pierde el agua que ha absorbido, y además se desprende de cierta cantidad de gas compuesto de óxido de carbono, de hidrógeno, y acaso de hidrógeno carbonado.

Se combina muy fácilmente con el oxígeno. La combinacion se hace directamente y da lugar, ya al ácido carbónico, ya al óxido de carbono. Tómese un frasco lleno de oxígeno, sumérjase en él un pedazo de carbono que tenga un punto en ignicion; al instante este último se quemara con brillo, fijándose el oxígeno en él y produciendo el ácido carbónico.

El carbon posee, como todos los cuerpos porosos, la singular propiedad de absorber los gases, y en esta absorcion influyen circunstancias de diferente naturaleza. 1.° Cuanto mas baja es la temperatura, mayor es la absorcion. 2.° La absorcion es tanto mas grande, cuanto mas fuerte es la presion. 3.° La absorcion depende de la naturaleza de los gases. Los mas absorbidos son el gas amoniaco y el ácido clorhídrico; los menos absorbidos son el hidrógeno y el ázoe. 4.° Unos carbones absorben menos que otros, á causa del diámetro de sus poros; por ejemplo, el de alcornoque absorbe muy poco aire; el de abeto absorbe cuatro veces y media su volúmen; el de boj siete veces y media, y la ulla de Rastiberg diez veces y media. Estas diferentes proporciones manifiestan que el carbon absorbe tanto mas aire, cuanta mayor es su densidad. Sin embargo, los que son estremadamente densos, carecen de la propiedad absorbente; por ejemplo, el carbon de aceite. 5.° El número de poros influye tambien sobre la absorcion; el carbon de madera en masa ha absorbido siete veces un cuarto de su volúmen de aire atmosférico, mientras que el mismo carbon pulverizado no ha absorbido sino cuatro veces un cuarto. En este último caso el número de poros ha disminuido. 6.° En fin, cuanto mas exacto es el vacío de los poros, mayor es la absorcion.

Saussure, á quien se debe el conocimiento de estos detalles, ha asegurado que de todos los cuerpos porosos, el que posee esta propiedad en mas alto grado, es el de carbon de boj. Una medida de carbon de boj absorbe:

90 medidas de gas amoniaco;—89 de gas ácido clorhídico;—65 de gas ácido sulfuroso;—55 de gas sulfihídrico;—40 de gas protóxido de ázoe;—35 de gas ácido carbónico;—35 de gas hidrógeno carbonado;—9,42 de gas óxido carbono;—9,25 de gas oxígeno;—7,5 de gas ázoe;—1,75 de gas hidrógeno.

Caracteres esenciales.—El carbono quemado con el oxígeno da el ácido carbónico que enturbia el agua de cal.

Preparacion.—El carbon se prepara en las artes colocando la madera en grandes retortas de fundicion, y calentándola hasta la temperatura roja. La madera se descompone poco á poco y da por resultado agua, ácido acético, ácido carbónico, óxido de carbono, hidrógeno carbonado, aceite empireumático, y carbon que queda en la retorta, al paso que los otros cuerpos se desprenden y se recogen en un recipiente particular. Esta manera de preparar el carbon es económica: porque por una parte, haciéndose la descomposicion sin el contacto del aire, se obtiene mas carbon; y por otra, porque se puede sacar partido del ácido acético que resulta en la operacion.

El carbono puro es muy difícil de obtener. Se ha propuesto para este fin, calentar fuertemente el negro de humo; pero Braconnot ha demostrado que contenia otras muchas materias. El mejor medio consiste en descomponer por el fuego y en vasos cerrados, una materia orgánica pura, tal como la fécula, ó mejor el azúcar cristalizado; el carbono que en este caso se ob-

tiene, se encuentra casi en completo estado de pureza.

El *carbon animal* difiere poco del carbon vegetal; sin embargo, lo que le distingue es su composicion, y la manera como se conduce con las materias colorantes. En efecto, segun Bussy y Payen, el carbon animal posee una propiedad decolorante, tres veces, cuando menos, mas fuerte que el carbon vegetal. Han visto además que los carbones animales difieren de intensidad, segun son mates ó brillantes, y que en el primer caso, el poder decolorante era mas grande que en el segundo. En fin, han indagado de qué manera obraba el carbon animal sobre las materias colorantes. Si se hace una disolucion de sulfato de índigo en agua, si se añade despues carbon animal, y si por último se agita convenientemente, se observará por la filtracion que el color azul del licor ha desaparecido y se ha quedado incoloro. Si el carbon que ha servido para decolorar el licor, se trata despues por una disolucion de sosa ó de potasa, y en seguida se filtra el licor, pasa coloreado de azul. Resulta de este esperimento que se puede atribuir el fenómeno á una accion química, débil á la verdad, pero en la cual el carbon representa papel de base y el índigode ácido. Efectivamente, en la primera parte de la esperiencia, el índigo se combina con el carbon, mas en la segunda, la sosa ó la potasa que son una base enérgica, se apodera del índigo, mientras que el carbon queda en el estado libre.

Usos.—El carbon tiene muchos usos: entra en la composicion de la pólvora de cañon y en la tinta de imprenta; tambien se sirven de él para quitar el mal olor á las materias corrompidas; finalmente, se emplea con suma frecuencia y grande utilidad para decolorar los líquidos y para verificar la reduccion de los metales. El negro de humo forma la base de la tinta de China.

De las combinaciones del carbono.—El carbono se combina con el hidrógeno, el azufre, el cloro y el ázoe. Entre estas combinaciones, las mas importantes son las que resultan entre el carbono y el ázoe, el carbono y el hidrógeno. Estas especies de combinaciones se han designado bajo el nombre de *carburos*, denominacion que no está siempre conforme con la nomenclatura. Tenemos, por ejemplo, que en el *carburo de cloro*, el cloro es mas electro-negativo; por lo tanto en esta combinacion sería mejor decir *cloruro de carbono*. Nosotros debemos hacer notar aquí que no es indiferente denominar este cuerpo de cualquiera de las dos maneras cuando se emplean las palabras *proto* ó *deuto*. En efecto, si queremos emplear estas dos denominaciones para los cloruros de carbono, nos vemos obligados á decir *protocloruro de carbono* ó *deutocarburo de cloro*, para designar el mismo cuerpo. Se concibe por este ejemplo la confusion que produce en el lenguaje químico semejante libertad.

Combinaciones del carbono y el hidrogeno.—El estudio de estas combinaciones es muy interesante, porque ellas forman parte del gas empleado para el alumbrado, producto estremadamente ventajoso. Se ha creido por largo tiempo que el carbono no se

combinaba con el hidrógeno sino en dos proporciones; pero Dalton descubrió despues una tercera combinacion, y en estos últimos años se han encontrado otras muchas combinaciones. Debemos tratar aquí de las dos combinaciones mejor estudiadas, que son el proto carburo y el bicarburo de hidrógeno. Mas adelante encontraremos oportunidad para describir las restantes.

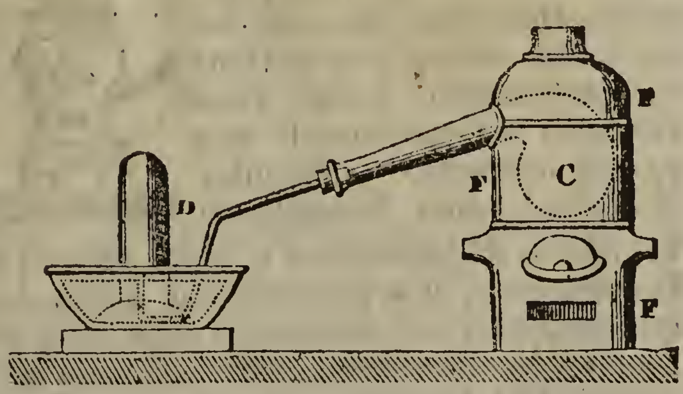
PROTOCARBURO DE HIDROGENO. *(Hidrógeno protocarbonado, gas inflamable de los pantanos.*—Este gas es insípido, inodoro, sin color é insoluble en el agua; su densidad = 0,5595, igual á dos veces el del hidrógeno, y mas de una vez que el vapor del carbono; mezclado con el aire ó el oxígeno detona al momento, y lo mismo por la chispa eléctrica; si se enciende una corriente de este gas en el aire se quema con una llama de un color amarillento. El cloro puede descomponerle instantáneamente; á la temperatura roja, se apodera del hidrógeno, forma el ácido clorhídrico y deja libre el carbono.

Este gas se encuentra en el légamo de los pantanos y de todas las aguas estancadas; de tiempo en tiempo viene á traspasar bajo la forma de ampollas la superficie del líquido; proviene sin duda de la descomposicion que esperimentan en el fondo del agua las materias orgánicas, especialmente en el estío. Se ha encontrado en algunas minas, y de aquí el nombre que se le da tambien de *mofeta de minas*; es el que produce los fuegos naturales que se ven sobre la pendiente setentrional de los Apeninos, etc.

Para obtenerle basta agitar el légamo y recibir el gas que se desprende, colocando encima frascos llenos de agua provistos de largos embudos.

La análisis ha demostrado en él un poco de gas ácido carbónico, de ázoe y de oxígeno: se le puede separar del oxígeno por medio del fósforo y del ácido carbónico mediante la potasa; pero no se le puede privar del poco ázoe que contiene. Prescindiendo de los gases que acabamos de citar absorbe al quemarse dos veces su volúmen de oxígeno y produce un volúmen de ácido carbónico igual al suyo, por donde se puede ver que está formado de un volúmen de vapor de carbono y de dos volúmenes de hidrógeno condensados en uno solo, = CH. Persoz y Dumas han indicado un procedimiento muy sencillo (fig. 13) para preparar el gas de pantano. Consiste en mezclar 40 partes de acetato de sosa cristalizado, 40 partes de potasa y 60 partes de cal viva en polvo; se calienta suavemente esta mez-

Fig. 13.



cla en una retorta C, contenida en un horno F F; y el gas producido se recibe bajo el agua en una campana D.

Bicarburo de hidrógeno. (*Hidrógeno bicarbonado, gas oleifaciente.*)—Este gas es incoloro, insípido y de un olor empireumático; apaga los cuerpos en combustion, y su densidades = 0,9852 (Teodoro de Saussure).

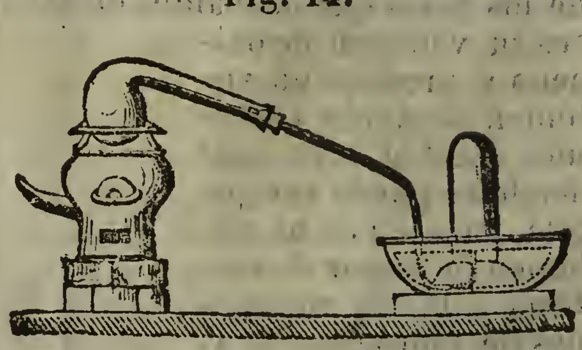
Cuando se le hace atravesar por un tubo de porcelana incandescente, se descompone en carbon que se deposita, y en un gas cuyo volúmen es casi doble. Si el calor es bastante fuerte, y sobre todo si se hace pasar el gas diferentes veces, ó lo que es mejor, se hace pasar una corriente de chispas eléctricas, se obtiene el doble de un gas que no es sino hidrógeno puro; de donde resulta que todo el carbon se ha depositado. Ni el aire, ni el oxígeno le descomponen á la temperatura ordinaria, mientras que por el contrario, el uno y el otro le descomponen á una temperatura elevada, formando agua y ácido carbónico. Si el aire ó el oxígeno se mezclaban primeramente á este gas en el momento en que se aproximara una bujía encendida, habria una detonacion instantánea.— El agua disuelve un sesto de su volúmen.

El cloro puede descomponerle y formar un líquido oleaginoso, que se llama *hidrobicarburo de cloro*: este es una especie de éter. Esta propiedad ha hecho dar al gas hidrógeno bicarbonado el nombre de gas oleïfaciente.

El azufre y el iodo pueden igualmente descomponerle: el primero al calor de una lámpara, formando ácido sulfhídrico con su hidrógeno, y el segundo formando un compuesto cristalizado, análogo por su composicion al que forma el cloro, pero en el cual el cloro es reemplazado por el iodo.

Preparacion.—El bicarburo de hidrógeno no existe en la naturaleza: se obtiene calentando en una retorta cuatro partes de ácido sulfúrico concentrado y uno de alcohol; el gas se desprende poco á poco y se recibe en campanas sobre el mercurio C (fig. 14). Este gas está siempre acompañado de ácido sulfuroso y de ácido carbónico, que se producen siempre; pero agitándole con un poco de potasa cáustica, que disuelve los dos gases ácidos, se obtiene completamente puro. Para concebir la formacion de este gas es necesario representar el alcohol como formado de bicarburo de hidrógeno y agua: en esta hipótesis que parece ser la verdadera, el ácido sulfúrico, ávido de agua, se apodera de la que constituye el alcohol, y deja libre el bicarburo que se desprende. Mas durante la reaccion, una pequeña cantidad de ácido sulfúrico se descompone en ácido sulfuroso que se desprende, y en oxígeno que descompone un poco de bicarburo, formando agua y ácido carbónico.

Fig. 14.



La análisis ha demostrado que este gas está formado por dos volúmenes de vapor de cárbono, y por otros dos de hidrógeno, condensados en uno solo,$=C\,H^2$.

Existen otras muchas combinaciones de carbono é hidrógeno en las mismas proporciones, pero en diferentes estados de condensacion. Estas combinaciones pueden llevar igualmente el nombre de bicarburo de hidrógeno; tales son la metilena ($C\,H^2$), el bicarburo gaseoso ($C^2\ H^4$), el bicarburo líquido, el aceite dulce de vino concreto, la parafina, la esencia de rosa concreta, la cetena ($C^{32}\ H^{64}$), la eupiona, la cautchena, etc., productos que se estudiarán en el curso de química orgánica.

Alumbrado de gas.—El hidrógeno bicarbonado se emplea en Francia é Inglaterra para el alumbrado: proviene ó de la destilacion de la ulla ó de la descomposicion en vasos cerrados de la resina ó de la del aceite á una temperatura elevada. Los gases que resultan son impuros, pero esto no es inconveniente para el uso á que se destina.

Fabricacion del alumbrado de gas por medio de las aguas de jabon.—En una obra elemental como esta, no puedo entrar en detalles tecnológicos suficientes para hacer comprender con facilidad los diversos métodos empleados en la fabricacion y purificacion del gas del alumbrado. Creo sin embargo, que debo manifestar los procedimientos seguidos en las fábricas para la elaboracion del gas del alumbrado por medio de las aguas de jabon debidas á Houzeau-Muiron. Este hábil fabricante ha podido sacar un partido muy útil de materias que antes eran para las fábricas, no solo inútiles, sino insalubres.

El agua de jabon que ha servido para el desengrasado, se recoge inmediatamente despues de estar saturada de la grasa y de las impuridades del tejido: se coloca en una vasija y se satura con el ácido sulfúrico. Luego que se ha echado el ácido, se agita rápidamente la masa de agua de jabon y de ácido hasta que se haya verificado la descomposicion. En el momento se produce una espuma de un color gris sucio, si el agua de jabon proviene del desengrasado de lanas no teñidas: doce horas despues de esta operacion si es en estío, y diez y ocho horas si es en invierno, la separacion está bastante adelantada para que se puedan derramar las $\frac{8}{10}$ del agua descompuesta. El líquido que se arroja es limpio y lijeramente amarillento, y contiene cerca de $\frac{1}{100}$ de sulfato de potasa. Para utilizarle se evapora, bien sea al fuego, bien sea haciéndole correr sobre tierras secas espuestas al aire, y que se lexivian cuando estan suficientemente cargadas de sal.

Á medida que el agua limpia se derrama, la materia grasa cenagosa que sobrenadaba, cae al fondo de la vasija. Esta se halla provista por la parte inferior de un conducto de plomo que se ele-

va desde su salida; de manera que su punto culminante esté mas elevado que la columna de lodo graso, á fin de que las materias grasas no puedan en ningun caso ser arrastradas con el agua despojada de ellas.

Despues de esta separacion se llena la vasija de nueva cantidad de agua de jabon; y luego que está llena, la materia grasa resultante de la operacion precedente, se eleva á la superficie. Despues de la espulsion de las materias grasas, se acidifica de nuevo y en los mismos términos se repite diariamente la operacion. El producto obtenido es una mezcla de aceite no alterado, de ácidos grasos, de materias animales y de agua. En esta materia el agua forma una especie de hidrato que no puede descomponerse espontáneamente, y que no se puede disolver sino quitándola por el vapor las últimas porciones de agua.

El residuo de estas operaciones, que es negro y muy espeso, se emplea con ventaja para la produccion del gas del alumbrado. Como esta especie de grasa sería difícil introducirla con regularidad en la retorta, se la licua por medio del aceite empireumático obtenido de la operacion precedente, ó cada dia suministra una cantidad de brea suficiente para licuar la grasa del inmediato dia.

El gas obtenido por la descomposicion de esta materia, se purifica por la cal; las aguas que resultan de lavarle, contienen cianuro de calcio. Esta sustancia puede utilizarse para preparar el azul de Prusia, tratando las aguas por el sulfato de hierro: el precipitado negro que se obtiene, se lava en el ácido clorhídrico y da por producto un residuo de un azul intenso.

El gas para el alumbrado posee la facultad de dar una luz sumamente intensa: un pie cúbico de este gas produce durante una hora una luz de igual brillantez que la que en el mismo espacio de tiempo resulta por una lámpara Carcel en la que se han quemado 48 gramos de aceite. De suerte que si el valor del pie cúbico de gas es de 6 céntimos, se obtiene por cerca de 4 céntimos la porcion de gas necesaria en una hora para alumbrar un taller, puesto el gas en una lámpara ordinaria.

Historia.—La idea de alumbrar con el gas hidrógeno carbonado, pertenece á Felipe Lebon, ingeniero francés. En sus primeros aparatos Lebon destilaba la madera para recoger el gas, el aceite empireumático y el ácido piroleñoso; pero en la Memoria que publicó en el año 1801, anunciaba ya la posibilidad de destilar todas las sustancias grasas. A la muerte de Lebon, á quien habia vivamente afectado la indiferencia de sus conciudadanos y que se habia arruinado con sus ensayos, nadie continuó en Francia sus investigaciones; mas los ingleses supieron hábilmente apoderarse de los descubrimientos de Lebon y los pusieron en ejecucion. En 1805, muchas fábricas de Birmingham, y entre otras los talleres del célebre Watt, fueron alumbrados con este gas por los cuidados de Windsor y Murdoch; pero hasta 1810 no se estableció en Londres la primera fábrica para el alumbrado público. En Francia está introducido este modo de alumbrar, solamente desde 1818. Resulta de los cálculos exactos de-

bidos á Peclet, que la luz de las bujías de cera es seis veces mas cara que la del gas; que este gas del alumbrado presenta una economía de casi una mitad sobre el producido mediante el aceite, y de dos tercios sobre el del sebo.

El olor infecto que acompaña á este gas, y que es debido á aceites pirogenados, no es tan desventajoso como se piensa, porque advierte así fácilmente los peligros á que esponen las salidas del gas del alumbrado, y que son de dos órdenes: 1.° las esplosiones que se renuevan con demasiada frecuencia, cuando se aproximan luces y se ha salido el gas; 2.° la asfixia que determina este gas, de cuyo riesgo fatal se ha tenido en Estrasburgo un reciente y muy deplorable ejemplo.

FOSFORO. *Historia.*—En 1669, un vecino de Hamburgo, llamado Brandt, con la esperanza de encontrar un agente susceptible de convertir los metales en oro, hizo largas investigaciones sobre la orina; no descubrió la piedra filosofal; pero encontró uno de los cuerpos mas interesantes de la química, el *fósforo*. Kunkel que tuvo noticia de este descubrimiento, hizo marchar á su amigo Kraft en direccion de Hamburgo, para comprar el secreto de esta preparacion. Kraft le compró; pero no quiso comunicársele á Kunkel: este, sin embargo, á fuerza de trabajos llegó á estraerle. Boyle hizo otro tanto; pero este procedimiento no fue conocido hasta 1707. El gobierno francés compró á un estranjero el secreto de su preparacion. No se sacaba despues de grandes trabajos mas que 120 gramos de fósforo, de 665 azumbres de orina; mas Scheele y Gahn le descubrieron en los huesos de los animales, y desde este tiempo se obtiene con facilidad y con abundancia.

Propiedades.—El fósforo es sólido á la temperatura ordinaria, insípido, y de un olor débilmente aliáceo. En el estado de pureza es tan flexible, que se puede doblar sin romperle siete ú ocho veces en sentido inverso; $\frac{1}{600}$ de azufre basta para hacerle quebradizo. Se raya fácilmente con la uña; su peso específico $= 1,77$. Su color varía: en el estado ordinario es trasparente amarillento; pero si se enfria repentinamente despues de haberle fundido, viene á ser negro y opaco, al paso que si el enfriamiento se efectua con lentitud, vuelve á presentarse trasparente. Se ignora la causa de este fenómeno. Colocado en la oscuridad es luminoso, y de aqui el orígen del nombre que se le ha dado. Sometido á la accion del calor, se funde á 43°; si en este estado se deja enfriar lentamente, despues se rompe la costra que se forma en su superficie, y se vierten las partes todavía líquidas, se encuentran las restantes cristalizadas en agujas ó en octaedros. Si mientras está fundido se agita con un líquido (alcohol éter ó agua) hasta el enfriamiento, se puede reducir á polvo mas ó menos fino. Calentado en vasos cerrados se volatiliza, de donde viene el que se pueda destilar. Esta destilacion tiene lugar á una temperatura inferior al calor rojo, y se

debe conducir con mucha precaucion, porque este cuerpo arde con mucha facilidad.

Espuesto á los rayos solares, el fósforo se vuelve rojo; lo mismo se verifica en el vacío, en el hidrógeno y en el ázoe, que en el aire. Se ha atribuido esta propiedad á un poco de agua que seria descompuesta y formaria óxido rojo; mas otros piensan que esto es efecto de una colocacion particular de sus moléculas.

Luego que el fósforo se encuentra en contacto con el gas oxígeno á una temperatura elevada, se quema con brillo, se producen vapores blancos de ácido fosfórico anhidro, y además resulta siempre un poco de óxido rojo. Por debajo de 27° y bajo la presion de 76 centímetros, el fósforo no obra sobre el oxígeno, á menos que se disminuya la presion; pero sin embargo, cualquiera que sea esta disminucion, la accion no tiene lugar á + 5.° Si en lugar de disminuir la presion, se aumenta, será necesaria una temperatura mas fuerte para determinar la combustion del fósforo. Lo que hay aquí de mas notable es que la adicion de una pequeña cantidad de ázoe, de hidrógeno ó de ácido carbónico, produce el mismo efecto que una disminucion de presion; lo cual hace pensar á Bellani de Monza, á quien se deben estas observaciones, que los átomos de un mismo gas tienen entre sí una fuerza atractiva, que se disminuye por la presencia de otro gas. Esta propiedad nos esplica bastante, por qué el fósforo arde al aire, dando lugar al ácido fosfático.

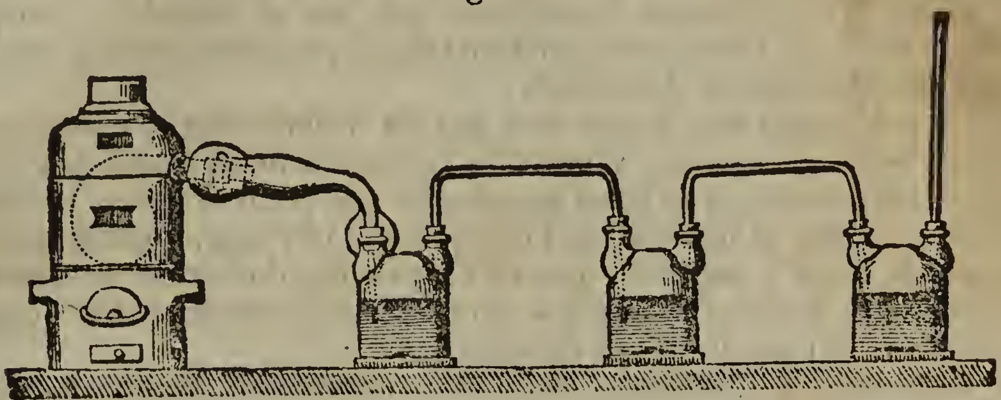
El agua no disuelve el fósforo; pero si este líquido contiene aire, se forma óxido rojo, sobre todo bajo la influencia de la luz, y probablemente ácido fosfórico que se disuelve en el agua: el hecho es que esta se vuelve ácida. Esta circunstancia obliga á conservar el fósforo en agua hervida y fria. A pesar de esta precaucion se observa, que al cabo de algun tiempo los cilindros se cubren de una costra tenida por un óxido particular, pero que Pelouze ha demostrado últimamente ser el hidrato, formado de cuatro átomos de fósforo y uno de agua.

El fósforo no se encuentra puro: se halla en estado de combinacion en los huesos, constituyendo el fosfato de cal, y forma parte de la materia cerebral y de los nervios y de la lechecilla de la carpa.

Preparacion.—Se toma el fosfato ácido de cal reducido á consistencia de jarabe; se mezcla esta sal con el cuarto de su peso de carbon, y se hace secar la mezcla; en este estado se introduce en una retorta de barro enlodada (fig. 15), colocada en un hornillo de reverbero; se enloda al cuello de la retorta una alargadera de cobre sumergida en un frasco bitubulado que contiene agua, y de la segunda tubulura sale un nuevo tubo que comunica con un segundo frasco provisto de un tubo derecho para el desprendimiento del gas. Se calienta poco á poco y fuertemente la retorta; al cabo de dos horas empieza á desprenderse gas óxido de carbono, hidrógeno carbonado, é hidrógeno fosforado, que provienen de la descomposicion por el carbon del agua que conte-

nia la mezcla: en fin, al cabo de cuatro horas de fuego aparece el fósforo que viene á condensarse en el agua del frasco, en la alargadera y en el cuello de la retorta. El fósforo despues de frio, se coloca en un pedazo de gamuza; se hace con esta una muñequi-

Fig. 15.



ta y se comprime en medio del agua bien caliente. El fósforo atraviesa dicha piel abandonando sobre ella un poco de carbon, y tal cual cantidad de óxido de fósforo. El fósforo fundido se amolda en un tubo, lo que se hace sumergiendo una de sus estremidades en medio de la masa y aspirando con la boca por la otra estremidad. Cuando estan llenas las tres cuartas partes poco mas ó menos, se sumerge el tubo en agua fria y á poco rato aparece el fósforo en el estado sólido.

Usos.—El fósforo se emplea para hacer la análisis del aire, y se hacen de él eslabones fosfóricos. Su influencia sobre la economía animal es de las mas violentas y ejerce en ella una accion altamente estimulante. En la actualidad se hace un gran consumo de esta sustancia para la construccion de las pajuelas conocidas con el nombre de *pajuelas químicas alemanas.* Para prepararlas se toman fragmentos de madera azufrados, y se cubre una de sus estremidades con una pasta compuesta de clorato de potasa, de resina y de fósforo en polvo. Cuando la pasta está seca, se cubre de un barniz gomoso para defender el fósforo de la accion del aire. Esta operacion es estremadamente peligrosa, y sin embargo un paquete de pajuelas químicas apenas cuesta un cuarto.

Combinaciones del fosforo.—El fósforo se combina con el hidrógeno, el azufre, el selenio, el iodo y el cloro.

Combinaciones del fosforo con el hidrogeno.—El fósforo combinándose con el hidrógeno, produce una combinacion muy notable que tiene la propiedad de inflamarse espontáneamente al contacto del aire. Vamos á darla á conocer y despues espondremos una noticia reciente de Pelouze acerca de una memoria de P. Thenard, relativa al estado de la ciencia en lo que dice relacion á las combinaciones del fósforo con el hidrógeno.

Sesquifosfuro de hidrogeno.—Fue descubierto por Gengembre: es siempre gaseoso y sin color; su olor es muy fuerte y análogo al del ajo ó al de la cebolla; su sabor es amargo y su densidad=1,761.

Si se hace pasar por un tubo estrecho en union del aire ó del oxígeno, se forman vapores blancos sin desprendimiento de luz, y el fósforo acidificado se deposita mientras que el hidrógeno queda libre. Si en lugar de un tubo estrecho se hace uso de un tubo ancho, se desprenden repentinamente vapores blancos, y se produce una muy viva combustion. En el primer caso no se observan los mismos fenómenos que en el segundo, porque las paredes del tubo estrecho demasiado próximas roban el calor á medida que se desarrolla.

La propiedad que posee este gas de inflamarse espontáneamente es caracteristica y permite reconocerle en todas las ocasiones. En efecto, si se hace pasar este gas poco á poco al contacto del aire, al instante se inflama cada burbuja, y produce vapores de agua y de ácido que se elevan bajo la forma de aureolas blancas. Este es uno de los mas vistosos esperimentos que se pueden hacer en un curso de química.

El hidrógeno fosforado es un poco soluble en el agua. Es opinion generalmente recibida que este gas se forma en los cementerios y en los demás sitios donde se encuentran hacinadas materias animales, y que atravesando las hendiduras del terreno llega á la atmósfera, se inflama y produce lo que se designa bajo el nombre de *fuegos fatuos*. Se sabe efectivamente que ciertas sustancias animales, tal como la materia cerebral, contienen fósforo, y que este puede unirse al hidrógeno tan luego como se verifica la descomposicion pútrida.

Preparacion.—El sesquifosfuro de hidrógeno se obtiene calentando en un matracito una pasta hecha con cal, fósforo cortado en pedacitos y agua; á poco rato se forma el gas y se desprende (fig. 16). El agua se descompone, cede su hidrógeno á una parte del fósforo para formar el gas sesquifosfuro, mientras que el oxígeno se une á la otra para formar el hipofosfito de cal. Advertiremos de paso que Dumas no ha podido jamás obtenerle exento de hidrógeno.

Fig. 16.



Sobre las combinaciones del fosforo con el hidrogeno.—Vamos ahora, reproduciendo una parte de la Memoria de Pelouze, leida el 20 de mayo de 1844 en la Academia de ciencias, á presentar el estado actual de la ciencia, sobre las combinaciones del fósforo con el hidrógeno. Dice así:

«Calentando Gengembre, químico francés, el fósforo con una disolucion de potasa cáustica, descubrió en 1783 un gas compuesto de fósforo y de hidrógeno, dotado de la curiosa propiedad de inflamarse espontáneamente al contacto del aire. Se notó sin embargo que este gas conservado sobre el agua ó sobre el mercurio perdia poco á poco su inflamabilidad, y dejaba depositar una

sustancia amarilla que fue considerada como el fósforo, hasta que en 1835 demostró Leverrier que consistia en un verdadero fosfuro de hidrógeno sólido.

Algunos años despues del descubrimiento de Gengembre, H. Davy observó que sometido el ácido fosforoso á la accion del calor, daba orígen á un gas hidrógeno fosforado, desprovisto de la propiedad de ser espontáneamente inflamable; y de sus resultas dedujo que este nuevo gas era diferente del anterior.

La composicion de estos fosfuros de hidrógeno era desconocida; solamente se sabia la naturaleza de sus principios constituyentes. Se ignoraba la relacion que presentaban tanto entre sí como respecto al gas que ha perdido, despues de cierto tiempo de preparacion, la propiedad de quemarse en contacto del aire frio.

Muchos químicos trataron de llenar este vacío. Para este fin Thomson y Vauquelin procuraron determinar la cantidad de hidrógeno que contiene un volúmen de cada uno de los gases fosforados. El tiempo no ha confirmado los resultados de sus importantes investigaciones. Las primeras esperiencias exactas sobre la composicion de los fosfuros de hidrógeno son debidas á Gay-Lussac y Thenard. Estos químicos hallaron que el gas espontáneamente inflamable contiene sensiblemente vez y media su volúmen de hidrógeno.

Houtou-Labillardiere y despues Dumas comprobaron esta proporcion en dos gases fosforados.

Se admitió, aunque sin pruebas suficientes, que el gas espontáneamente inflamable, contenia mas fósforo que el que se encuentra desprovisto de esta propiedad; y en su consecuencia se les designó con los nombres de gas hidrógeno perfosforado, y de gas hidrógeno proto-fosforado. Se supuso que el primero debia su inflamabilidad á la proporcion mas considerable de fósforo que contenia, y se creyó esplicar la pérdida de esta inflamabilidad por la pérdida de este esceso de fósforo. Dumas, que dió á luz en 1826 un trabajo estenso acerca de este gas, le asignó las fórmulas $P\,h\,H^2$ y $P\,h\,H^3$: la primera representa la composicion del gas hidrógeno espontáneamente inflamable y la segunda la del gas no inflamable. Estas fórmulas estaban generalmente adoptadas; y parecian en efecto, perfectamente establecidas, pero en 1827 E. Rose emitió dudas sobre su exactitud, y contrariando la opinion de Dumas, admitió que el gas es inflamable en el aire, á la temperatura ordinaria; contiene menos fósforo que el que está desprovisto de esta propiedad; y asignó á aquel la fórmula $P\,h\,H^3$: precisamente la misma que Dumas habia dado al gas de Davy.

Admitió por otra parte que el gas despojado de su propiedad inflamable sobre el agua ó sobre el mercurio, era una mezcla de otros dos gases.

No obstante, habiendo vuelto Rose á suscitar en 1832 la cuestion de los fosfuros de hidrógeno, corrigió un punto importante de su trabajo anterior, y concluyó definitivamente de sus nuevas investigaciones que los gases hidrógenos fosforados, aunque tan

diferentes por sus propiedades, presentan exactamente la misma composicion; y que en su consecuencia no son sino modificaciones isoméricas el uno del otro.

Con la esperanza de descubrir la causa de las diferencias que presentan los fosfuros de hidrógeno relativamente á su combustibilidad, Graham ha sometido estos gases á un nuevo exámen. Los resultados conseguidos por este hábil y laborioso químico, no han correspondido á sus loables deseos en cuanto á la esplicacion que buscaba; pero ha encontrado hechos muy importantes que prueban que restos imponderables de materias pueden comunicar la inflamabilidad á un gas desprovisto de ella ó quitársela á una que la posea. En fin, Leverrier ha publicado en 1836 un trabajo importante sobre los fosfuros de hidrógeno y ha sacado indicaciones que las esperiencias de P. Thenard han trasformado en conclusiones ciertas.

Segun Thenard, existen *tres combinaciones del fósforo con el hidrógeno*. La *primera* es sólida y de color amarillo; es la sustancia que deja depositar el gas espontáneamente inflamable, y que se habia tenido por el fósforo antes de las indagaciones hechas por Leverrier. Este sabio que no la habia obtenido sino en muy pequeña cantidad y probablemente en estado de impureza, la creyó constituida por equivalentes iguales de fósforo y de hidrógeno. Thenard, que la preparó con facilidad y en un estado completo de pureza, ha obtenido un resultado diferente. La asigna la fórmula P^2hH. Este fosfuro se forma en diferentes circunstancias; mas de los diversos modos de preparacion, el mejor consiste en recibir en el ácido clorhídrico líquido el gas espontáneamente inflamable. Deja depositar allí el fosfuro sólido que se lava con agua fria y se deseca rápidamente en la máquina neumática. El *segundo fosfuro de hidrógeno* es el gas no inflamable espontáneamente. Se obtiene puro echando fosfuro de calcio en el ácido clorhídrico casi humeante, por medio de un tubo vertical sumergido en el líquido ácido: se forma al mismo tiempo que este gas una cantidad considerable de fosfuro sólido, que sin esperimentar alteracion, queda suspenso en el ácido clorhídrico. Cuando en lugar de ácido se emplea agua, el gas, como se sabe, es siempre espontáneamente inflamable; este jamás se encuentra puro, pues siempre contiene hidrógeno libre, cuya proporcion se aumenta con la duracion del esperimento. Sin embargo, la cantidad total de gas hidrógeno fosforado, obtenido con el mismo peso de fosfuro, es mas grande con el agua que con el ácido clorhídrico. Estas diferencias dependen, por una parte de que se forma un hipofosfito, y por otra, de que el fosfuro de hidrógeno sólido, producido al principio, se descompone en seguida; mientras que con el ácido clorhídrico, no se forma ó solamente restos de ácido hipofosforoso, y que por el contrario se produce mucho fosfuro de hidrógeno sólido, que queda inalterable en el ácido.

Muchos cuerpos, tales como el protocloruro de fósforo, los ácidos clorhídrico, bromhídrico, etc., hacen perder al gas

obtenido con el agua y el fosfuro de calcio, su inflamabilidad espontánea; la pierde poco á poco, sobre todo á la luz, por el solo contacto de las paredes de los vasos en que se conserva. En estas diversas circunstancias deja depositar fosfuro de hidrógeno sólido, y se cambia en hidrógeno fosforado no inflamable espontáneamente.

Buscando Thenard la esplicacion de estos hechos, descubrió una *nueva combinacion de fósforo é hidrógeno*, cuya existencia ha hecho ver las causas de inflamabilidad del gas hidrógeno fosforado.

Habia encontrado un medio fácil y sencillo para saturar completamente de fósforo la cal; habia visto que echando poco á poco el compuesto que resulta de estas dos sustancias en el ácido clorhídrico muy débil, se depositaba algunas veces una materia pegajosa, que por el contacto del aire se inflamaba de repente, é inferia de estas observaciones que esta materia reduciéndose á vapor en el gas hidrógeno fosforado, podria muy bien ser la causa de la fácil inflamabilidad que este gas presenta en algunas ocasiones.

Guiado Thenard por estos esperimentos y por el exámen profundo que habia hecho de los hidrógenos fosforados, hizo pasar el gas obtenido por el agua y el fosfuro de calcio, por tubos encorvados en forma de U, y no tardó en recoger un fosfuro de hidrógeno líquido, que habia pasado desapercibido á todos los químicos que se habian ocupado de la misma cuestion.

Fosfuro de hidrógeno líquido.—Este fosfuro es líquido á una temperatura inferior á 10º: su tension es considerable, es incoloro y de una perfecta trasparencia. Se inflama con estremada energía en contacto del aire, y arde con una llama blanca de un brillo muy vivo.

Espuesto á la luz solar, se convierte rápidamente en fosfuro amarillo sólido, y en gas hidrógeno fosforado. Esta descomposicion, que tiene lugar aun á la luz difusa, hace muy peligrosas las esperiencias sobre el fosfuro de hidrógeno líquido. Sin embargo con la ayuda de ciertas precauciones Thenard ha podido determinar la composicion de esta nueva sustancia; con este objeto ha sacado partido de su mismo modo de descomposicion espontánea; ha reconocido que una cantidad de fosfuro sólido representada por $P h^2 H$, da un volúmen de gas fosforado enteramente absorbible por el sulfato de cobre, cuyo peso equivale á $^3 (P h H^3)$ y ha inferido de aquí que el nuevo fosfuro tiene por fórmula $\frac{P h^2 H + ^3 (P h Q^3}{5} = P h H^2$. La tendencia de este compuesto á descomponerse, como acabamos de decir, en otros dos hidruros de fósforo, se aumenta mucho cuando se pone en contacto con los ácidos clorhídrico y brombídrico, con el cloruro de fósforo y con otros muchos cuerpos de naturaleza distinta, sobre todo cuando estos estan muy divididos. Bajo este punto de vista presenta alguna analogía con el agua oxigenada y el polisulfuro de hidrógeno.

Los hechos que acabamos de señalar aclaran la cuestion de los fosfuros de hidrógeno y permiten dar una esplicacion sencilla de los fenómenos relativos á la mas ó menos grande inflamabilidad de los hidrógenos fosforados.

Esta esplicacion se ha encontrado en la existencia del líquido $P h H^2$, en su escesiva combustibilidad y aun en su misma instabilidad.

Dotado á la temperatura ordinaria de una escesiva afinidad para el oxígeno que le descompone con un considerable desarrollo de calor, no es estraño que determine la inflamabilidad de los gases formados de elementos combustibles, tales como el hidrógeno fosforado, el cianógeno, el hidrógeno, el gas oleifaciente, ect. Es en algun modo un incendio que dá principio por la accion de una sola chispa, y que continúa mientras que la llama encuentra alimento.

La presencia de este fosfuro de hidrógeno líquido en el hidrógeno fosforado espontáneamente inflamable, no puede ponerse en duda, pues que basta una simple disminucion de temperatura para producir su separacion. Esta esplicacion tan satisfactoria hace que la grande combustibilidad del gas hidrógeno fosforado nada ofrezca de estraordinario, pues patentiza ser debida al fosfuro líquido que se la comunica; así como este la comunica indistintamente á todos los gases combustibles.

Cuando un gas fosforado espontáneamente inflamable cesa de presentar esta propiedad, debe suponerse que el fosfuro líquido que al principio contenia se ha descompuesto totalmente. Esta descomposicion que ha tenido lugar en el líquido, aun en el estado de pureza y de aislamiento, será mas ó menos acelerada por el contacto con diversos cuerpos. De aquí la esplicacion de los principales hechos observados por Graham relativos á la facultad que poseen un gran número de muy variadas sustancias de quitar al hidrógeno fosforado su grande combustibilidad.

La identidad de composicion señalada por E. Rose en los hidrógenos fosforados espontáneamente inflamables no tiene nada que deba sorprender; pues que basta, por decirlo así, un vestigio de fosfuro de hidrógeno líquido para producir la inflamabilidad del último de estos gases. ¿Cómo la análisis centesimal daria á conocer de una manera cierta la presencia de una cantidad aun bastante considerable de fosfuro de hidrógeno líquido esparcido en un gas formado de los mismos elementos y por otra parte en tan próximas proporciones?

E. Rose, apoyado en esta hipótesis, que está fundada en considerar como isoméricos y susceptibles de trasformarse el uno en el otro los gases espontánea y no espontáneamente inflamables, ha señalado particularmente la propiedad que los fosfuros de hidrógeno poseen de unirse á ciertos cloruro metálicos y de formar con ellos combinaciones semejantes, de tal suerte, por ejemplo, que cuando se quiere descomponerlos por el agua, esta separa un gas que no se inflama, mientras que con el amoniaco líquido se inflama constantemente.

Thenard ha repetido las esperiencias de Rose, las ha ampliado, y ha encontrado su esplicacion que es bastante sencilla.

El gas hidrógeno fosforado puro, muy exento de fosfuro líquido, no es inflamable á la temperatura ordinaria, pero basta elevarla á 100° para hacer muy fácil su combustion.

Siempre que este gas se sujeta á la temperatura que acabamos de indicar, por efecto de alguna accion química, se inflamará, si se encuentra en contacto del aire.

Azufre.—Si el azufre no es por sus propiedades tan notable como el fósforo; no es menos interesante que este por sus numerosos usos. Es al mismo tiempo uno de los cuerpos mas esparcidos en la naturaleza; se conoce de muy antiguo, pero reinó durante largo tiempo una gran confusion respecto á su naturaleza. No hay, dice Macquer (célebre químico francés y uno de los últimos representantes de la escuela antigua) nombre del cual se haya abusado tanto en el antiguo lenguaje químico como del azufre. Se designaban bajo este nombre todas las sustancias inflamables y combustibles de cualquier naturaleza que fuesen. El azufre, segun ellos, era uno de los elementos de los cuerpos y le encontraban por todas partes. Becher y sobre todo su discípulo Stalh rectificaron estas ideas erróneas en fines del siglo XVII demostrando la diferente naturaleza de los cuerpos confundidos bajo este nombre comun de *azufre*. Mas al mismo tiempo se engañaron como sus predecesores mirando al azufre ordinario como un cuerpo compuesto. Hasta la época de la revolucion química no reconocieron los sabios franceses la sencillez y la naturaleza de este cuerpo, el que desde entonces ha sido considerado siempre como uno de los elementos.

Propiedades.—El azufre es sólido, de un color amarillo de limon, insípido, muy friable, de fractura lustrosa, é inodoro; sin embargo frotándole, adquiere un débil olor; un lijero choque basta para romperle; cuando se aprieta entre la mano, ó se calienta un poco, cruje y muchas veces se rompe. Su peso específico es.=1,99.

El azufre conduce muy mal el fluido eléctrico; cuando se frota, se desarrolla en su superficie el fluido eléctrico resinoso. Sometido á una temperatura de 108°, se funde; entre 110 y 140°, se pone cristalino y amarillo; á 160° empieza á espesarse, y por último de 220 á 250° se espesa de tal modo que no fluye ya: una temperatura mas fuerte parece que le liquida; su color en este caso es moreno rojizo. Debe advertirse que si se enfria repentinamente el que ha sido calentado á 140°, se vuelve seco y quebradizo; mientras que si se ha calentado mas, para que quede sólido, permanece blando despues del súbito enfriamiento. Este fenómeno se atribuye á una colocacion particular de las moléculas.

Si cuando está fundido se deja enfriar lentamente, y si para sacar la porcion todavía liquida, se quiebra la costra que se ha formado en su superficie, se encuentra el fondo del vaso tapizado de una multitud de agujas amarillentas, cuya forma es incompatible con la de los cristales naturales. En fin, el azufre calen-

tado convenientemente se volatiliza, y en enfriándose constituye las flores de azufre.

El oxígeno no tiene accion en frio sobre el azufre, pero si se sumerge un pedazo de azufre que presenta un punto en ignicion en un vaso lleno de oxígeno, este se combina bien pronto con el azufre para formar el ácido sulfuroso. Es la única combinacion que pueden producir directamente estos dos cuerpos. Esta propiedad es la que caracteriza mejor el azufre, en razon del olor del ácido sulfuroso.

El azufre está muy esparcido en la naturaleza, ya libre, ya combinado: existe libre en los alrededores de los volcanes; se halla combinado en todos los sulfuros, en todos los sulfatos y en muchos vegetales, particularmente en los de la familia de las cruciferas. Los huesos, los cabellos, la materia cerebral, etc., tambien le contienen.

Estraccion.—El azufre se procura por muchos procedimientos.

1.° En las inmediaciones de los volcanes se encuentran tierras que contienen el azufre en bastante cantidad. Para estraerle se colocan las materias terrosas en ollas de tierra cocida, las cuales comunican por medio de un tubo con otras ollas, cuyo fondo está lleno de agujeros y que descansan sobre una cubeta de mamadera llena de agua. Calentando la masa se volatiliza el azufre y pasa á condensarse en el agua de la cubeta: en este estado se llama azufre en bruto. Como este azufre contiene aun materias estrañas, se le purifica por medio de la sublimacion. Para este efecto se calienta en una caldera que comunica con una cámara de masonería destinada á recibir el azufre en vapores y á condensarle bajo la forma de polvo: en este caso se obtiene la *flor de azufre*. Si la operacion se ha conducido convenientemente, llega una época en que la cámara calentada no condensa los vapores sino en el estado líquido; entonces el azufre fluye á lo largo de un plano inclinado, y sale por un agujero practicado á la parte inferior; va á parar á moldes de madera humedecidos y toma la forma que se conoce con el nombre de *azufre en cañon*. Con el fin de dar salida al aire rarificado por el ácido sulfuroso que se forma, se practica en la parte superior de la cámara una válvula dirigida de dentro á fuera.

2.° Ciertos sulfuros contienen una gran cantidad de azufre que se puede estraer por diferentes medios, pero de los cuales el mejor es debido á Dartigues. Este manufacturero toma cilindros de tierra muy fuerte; coloca veinticuatro en dos filas dentro de un horno particular; introduce en los cilindros el sulfuro reducido á pedazos por una de sus estremidades, que se destapa y se cierra á voluntad, y en la otra estremidad coloca un tubo por el que se hace la destilacion y por donde pasa el azufre á arcas de madera llenas en parte de agua, y cerradas por una tapa de plomo. Durante la operacion se tiene cuidado de no elevar demasiado la temperatura, porque si se fundiese el sulfuro, el cilindro sería indudablemente destruido. Por lo demás, el sulfuro en parte desulfurado se emplea para la fabricacion del sulfato de hierro.

El azufre desempeña un papel muy principal en las operaciones químicas de la mayor importancia. Se sirven de él para la elaboracion de las pajuelas, del ácido sulfúrico, de la pólvora de cañon, del ácido sulfuroso, del sulfuro de mercurio, del sulfato de cobre, etc.; y en la medicina se emplea en el tratamiento de las enfermedades cutáneas.

COMBINACIONES DEL AZUFRE.—El azufre se combina con el hidrógeno para formar un gas ácido muy importante que estudiaremos en otro tratado: se combina igualmente con el carbono, fósforo, selenio, iodo y cloro.

COMBINACIONES DEL AZUFRE CON EL CARBONO.—Aun no se conoce bien mas que una sola combinacion del azufre con el carbono.

SULFURO DE CARBONO.—*Alcohol de azufre. Licor de Lampadius.* —Fue descubierto por Lampadius; es líquido, trasparente, muy volátil, de un olor muy desagradable y de un sabor acre y cáustico: su peso específico = 1,263. Hierve á 45°; quemado al aire se inflama formando ácido sulfuroso y ácido carbónico.

Está constituido, segun Berzelius y Marcet, por un átomo de azufre y otro de carbono: su fórmula es CS.

Para obtenerle se hace pasar el azufre en vapor sobre el carbon calcinado contenido en un tubo de porcelana incandescente. Esta operacion nos demuestra que por la combinacion de dos cuerpos sólidos puede resultar un líquido muy lijero. No tiene uso ni existe en la naturaleza.

COMBINACIONES DEL AZUFRE CON EL FOSFORO.—El fósforo y el azufre se combinan en muchas proporciones; pero estas combinaciones no estan bien definidas, de donde resulta su mucha variacion. El sulfuro de fósforo constantemente es amarillento, y algunas veces líquido; lo cual depende de la cantidad de fósforo. En efecto, si el sulfuro está formado de 7 partes de fósforo y 5 de azufre, siempre aparece líquido á una temperatura inferior á cero, y siempre mas pesado que el agua. Es volátil, y espuesto al calor y en contacto del aire ó del oxígeno se inflama y da lugar al ácido sulfuroso y al ácido fosfórico.

Se obtiene fundiendo el fósforo en un tubo cerrado por un estremo, añadiendo poco á poco azufre dividido en fragmentos y cuidando de no echar nueva cantidad de azufre hasta que haya cesado el pequeño ruido producido por la combinacion.

Este cuerpo, cuyo descubrimiento se debe á Margraff, ha sido estudiado por Faraday. Este químico ha visto que el sulfuro de fósforo, formado de 7 partes de fósforo y 5 de azufre, conservado durante algun tiempo bajo el agua, habia abandonado cristales de azufre puro al mismo tiempo que habia perdido su fusibilidad, y que espuesto entonces por algunas horas á una temperatura de 3 á 4°, se habia convertido en una masa cristalina, la cual parecia formada de 1 de azufre y 2 de fósforo = SP^2.

SELENIO.—Fue descubierto por Berzelius en el azufre de Fahlun. Es un cuerpo cuyas propiedades químicas son enteramente análogas á las del azufre, y del cual no se conoce todavía uso alguno. Es sumamente escaso.

Iodo.—*Historia*.—En 1811 un salitrero de París llamado Courtois, habiendo calentado por casualidad con un poco de ácido sulfúrico un residuo incristalizable de las sosas de varech, notó que se desprendian vapores violados, los que por enfriamiento depositaban láminas agrisadas muy brillantes. Anunció este hecho á fines de 1813. Gay-Lussac hizo una historia completa de este nuevo elemento y le dió el nombre de iodo, sacado de una palabra griega que significa violado, para recordar el hermoso color de su vapor.

Con el descubrimiento del iodo Courtois enriqueció á la humanidad con uno de los mas útiles remedios, y dotó á la Francia de una industria sumamente importante.

Propiedades.—El iodo es sólido á la temperatura ordinaria; se presenta bajo la forma de pequeñas láminas de un color gris azulado, semejantes á la de la plombagina; su tenacidad es muy débil, su olor análogo al del cloruro de azufre, su peso específico=4,946. Es uno de los cuerpos mas electro-negativos. Colora la piel de amarillo y destruye los colores vegetales en los mismos términos que el cloro.

El iodo entra en fusion á 107° y en ebulicion á 175° poco mas ó menos: sin embargo, en virtud de su tension se evapora en el agua hirviendo; su vapor, cuya densidad es—8,716, es siempre de un color violado muy hermoso.

El oxígeno no obra directamente sobre el iodo, ni en frio, ni en caliente; á pesar de esto se conocen muchas combinaciones del iodo y del oxígeno: mas para que se verifique la accion entre estos dos cuerpos, es necesario que el oxígeno actue en el estado de gas naciente.

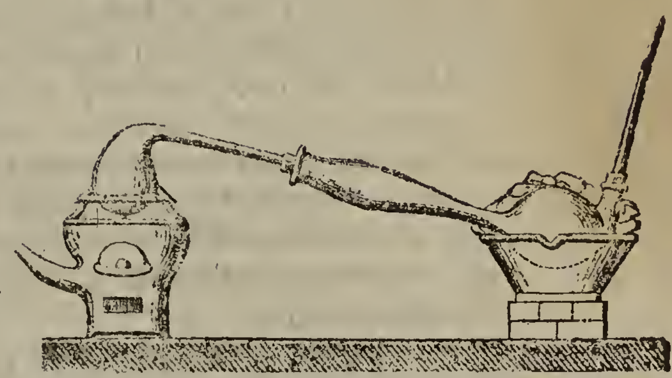
Su accion sobre el hidrógeno es muy grande y análoga, aunque en menor grado, á la del bromo y el cloro; así como estos se le quitan á una multitud de cuerpos.

El iodo no existe puro en la naturaleza, pero se ha encontrado en los fucos, en las algas y en los varechs. Estas plantas marítimas llegan á la porcion inapreciable, por decirlo así, del compuesto iódico que contienen las aguas del mar, y á hacernos su estraccion mucho mas fácil. Para este fin se queman las plantas, se separa de sus cenizas el carbonato de sosa y las aguas madres contienen el iodo. Existe tambien aunque en corta cantidad, en muchas producciones animales, tales como las esponjas. Vauquelin ha encontrado el ioduro de plata en un mineral argentífero procedente del Brasil.

Caracteres esenciales.—Calentado el iodo, esparce un hermoso color violado; puesto en contacto con el almidon, se une á él y forma un color azulado: por esta causa se emplea frecuentemente para reconocer el almidon.

Preparacion.—El iodo se estrae de las aguas madres de las sosas de varech, en donde existe en el estado de ioduro de potasio, ó hidriodato de potasa. Despues de haberlas concentrado convenientemente, se introducen en una retorta (fig. 17) con un esceso de ácido sulfúrico concentrado, y se eleva la temperatura hasta la ebulicion. En este caso, una parte del ácido sulfúrico se apodera de la potasa y deja libre el ácido hidriódico: este ácido cede su hidrógeno á un poco de oxígeno de la otra parte del ácido sulfúrico, y se forma agua y ácido sulfuroso; y por último el iodo queda en el estado de libertad. Esta teoría puede espresarse en términos mas sencillos, en la forma siguiente: una porcion de ácido sulfúrico se descompone en ácido sulfuroso y en oxígeno: este se une con el potasio de ioduro, formando potasa que se combina con el ácido sulfúrico no descompuesto; mientras que el iodo que queda libre, se desprende y viene á condensarse en un recipiente adaptado á la retorta. Lavando este iodo, volviéndole á destilar sobre un poco de agua que contenga una pequeña cantidad de potasa, y secándole entre hojas de papel de filtro, y fundiéndole despues en un tubo, se tiene el iodo completamente puro.

Fig. 17.



El iodo se emplea en medicina solo, ó en el estado de combinacion. Es uno de los mas poderosos remedios con que la química moderna ha enriquecido la materia médica.

Combinaciones del iodo.—El iodo se combina al hidrógeno, y forma con este cuerpo un ácido, que estudiaremos mas adelante: se combina igualmente con el azufre, el cloro y el ázoe.

Combinaciones del iodo con el fosforo.—El fósforo y el iodo se combinan en diversas proporciones, y al verificarlo producen desprendimiento de calórico y de luz. La única combinacion que tiene algunos usos es la que resulta de 1 de fósforo y 8 de iodo.

Ioduro de fosforo.—Es rojo naranjado moreno, fusible á 100° y volátil. Puesto en contacto con el agua la descompone dando lugar al ácido iodhídrico, al ácido fosforoso y al fosfuro de hidrógeno.

Se obtiene fundiendo reunidos el fósforo y el iodo en un pequeño tubo de cristal, colocado sobre algunos carbones incandescentes. Es preciso que las sustancias empleadas se encuentren en completo estado de sequedad.

Combinaciones del iodo y el azufre.—El iodo puro puede combinarse con el azufre en muchas proporciones. Uno de estos ioduros, ó mejor, *sulfuro de iodo*, es resplandeciente, brillante y de un color moreno. Es poco estable; y espuesto á una tem-

peratura poco elevada, se evapora el iodo. Se obtiene calentando el iodo y el azufre en un tubo de cristal. Se emplea en medicina en las enfermedades de la piel.

Bromo.—Es un cuerpo descubierto por Balard, y que presenta la mas grande analogía con el iodo. Es líquido á la temperatura ordinaria, de un rojo moreno en masa, y en láminas delgadas de un rojo de jacinto: su olor, fuerte y desagradable, es análogo al del cloro; su sabor es muy cáustico; como el iodo, colora fuertemente la piel en amarillo. Es un veneno enérgico; una gota colocada en el pico de un pájaro basta para matarle.

Espuesto á un frio de—20°, se solidifica y se vuelve quebradizo: á + 47°, entra en ebulicion y esparce vapores rojos como los del ácido hipoazóico.

No se combina directamente con el oxígeno; sin embargo, en el estado de gas naciente la combinacion tiene lugar, y se conocen de ella muchos productos.

Su afinidad es mucho mayor para el hidrógeno: se combina con este gas bajo la influencia solar, para formar el gas bromhídrico: tiene mas afinidad para con el hidrógeno que el iodo.

Se estrae del bromuro de magnesio, que se encuentra en las aguas madres de las salinas. Se toma cierta cantidad de estas aguas madres, y se hace pasar por ellas una corriente de cloro: resulta el cloruro de magnesio y queda libre el bromo disuelto en el licor. Para aislarle se agita el licor con éter : este disuelve el bromo y decolora el líquido. Se vierte en seguida sobre este líquido una disolucion de potasa, la cual cediendo su oxígeno á una porcion de bromo, produce bromato de potasa y bromuro de potasio; se evaporan los líquidos hasta sequedad y se calcina el residuo formado de bromuro y de bromato. Por este medio el bromato perdiendo todo su oxígeno, viene á ser igualmente bromurio de potasio. Se coloc- entonces el bromuro mezclaa do con peróxido de manganeso en una retorta de cristal (fig. 18), á la cual se adapta un tubo encorvado y sumergido en un frasco que contiene agua. Al momento el bromo libre viene á precipitarse en el agua del frasco. (Véase para la teoría la del cloro.)

Fig. 18.



Combinaciones del bromo.—El hidrógeno, el silicio, el carbono, el fósforo, el azufre, el iodo y el cloro forman combinaciones con el bromo; pero estas combinaciones son tan poco empleadas y estan por otra parte tan poco estudiadas, que las pasaremos en silencio.

Cloro.—*Historia.*—El cloro fue descubierto por Scheele en 1774, que le dió el nombre de *ácido marino deflogisticado.* Cuando con posteridad se reformó la nomenclatura química se

le dió el nombre de *ácido muriático oxigenado.* Poco tiempo despues, Kirwan le dió el de *gas oximuriático*; pero fue mejor estudiado por Berthollet, Guyton-Morveau, Chevenix, y especialmente por Gay-Lussac y Thenard. Estos últimos demostraron que el cuerpo en cuestion era simple, y propusieron para él el nombre de *cloro*, que al instante fue adoptado por todos los químicos.

Propiedades.—El cloro es un gas amarillo verdoso, de un olor y un sabor fuertes y característicos, que permiten reconocerle con facilidad. Su peso específico = 2,4216. Decolora la tintura de tornasol amarilleándola; apaga las bujias encendidas, palideciendo al principio la llama y enrojeciéndola despues.

Espuesto á un frio de—50°, si el cloro está bien seco no cambia de estado; pero por poca humedad que contenga, se congela y forma un hidrato, que segun Faraday, está formado de 27,7 de cloro y 72,13 de agua. Siempre que á la compresion se una el enfriamiento se puede obtener en el estado líquido. (Faraday.)

El cloro no se combina con el oxígeno sino en tanto que uno de los dos se encuentre en estado naciente: se conocen cuatro combinaciones del cloro con el oxígeno.

De todas las propiedades del cloro la mas notable es la que presenta en contacto con el hidrógeno. En efecto, estos gases se unen en volúmenes iguales para dar orígen al gas *clorhídrico.* Mas esta combinacion está acompañada de fenómenos particulares: 1.° si se coloca una mezcla de volúmenes iguales de cloro y de hidrógeno en un lugar oscuro, cualquiera que sea el tiempo que se emplee, la combinacion no tendrá lugar: 2.° si la misma mezcla se coloca en una luz difusa, la combinacion se hace aunque muy lentamente, y es necesario para que termine, esponerla á la accion de los rayos solares; y 3.° si la mezcla se sujeta inmediatamente á la luz solar, la combinacion se hace con la mayor celeridad, y con rotura del frasco que contenia la mezcla. El fuego obra de la misma manera.

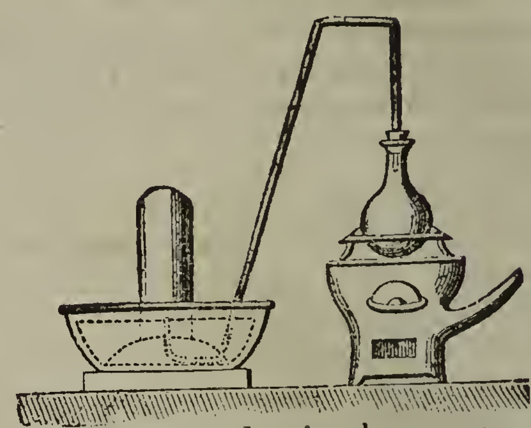
El agua á la temperatura ordinaria disuelve vez y media su volúmen de cloro, y la disolucion posee las mismas propiedades que el cloro. Espuesto á una temperatura de 2 á 3° bajo 0, produce una multitud de cristales laminosos amarillos oscuros, formados de agua y de cloro.

El cloro no existe libre en la naturaleza; pero en el estado de combinacion forma parte del ácido clorhídrico y de todos los cloruros.

Preparacion.—Para obtenerle se pone en un balon (fig. 19) peróxido de manganeso, sobre el cual se vierte el ácido clorhídrico: al momento tiene lugar una efervescencia, debida al desprendimiento del cloro, y este se conduce por un tubo bajo frascos llenos de agua saturada de sal marina.

La teoría es muy sencilla : una parte del ácido se descompone en cloro que se desprende, y en hidrógeno que se une á una parte del oxígeno del peróxido de manganeso, para formar agua. El peróxido, reducido al estado de protóxido, se combina con otra porcion de ácido para formar agua y cloruro de manganeso. Decimos que se desprende el cloro, porque no se forma mas cloruro de manganeso que el correspondiente al peróxido. Se puede tambien obtener el cloro haciendo una mezcla de cloruro de sodio ó de sal marina, y de peróxido de manganeso; y vertiendo sobre ella ácido sulfúrico diluido. El agua se descompone; cede su hidrógeno al cloro del cloruro para formar el ácido clorhídrico que obra sobre el peróxido, como anteriormente hemos dicho, mientras que su oxígeno, combinándose con el sodio, forma la sosa, que se une al ácido sulfúrico y constituye el sulfato de sosa. Esta teoría se aplica á la preparacion del bromo.

Fig. 19.



Propiedades y usos del cloro.—El cloro ejerce una accion muy viva sobre la economía animal. Respirado durante algun tiempo escita la tos, y causa una opresion en el pecho que dificulta la respiracion; respirado en grande abundancia, produce el esputo sanguíneo, y aun causa la muerte. Pelletier, padre, célebre químico francés, y Roé, químico aleman, perdieron la vida por haber respirado una dosis demasiado grande de este gas, estudiando su naturaleza. Se neutraliza prontamente su efecto, mediante la accion del amoníaco. El cloro, ya sea gaseoso ó disuelto, presenta en contacto con las materias colorantes, vegetales ó animales, fenómenos muy notables. Luego que una de estas materias se mezcla con él, es destruida inmediatamente y remplazada por un matiz amarillo, sin que ya sea posible restablecer la primitiva tinta. Los colores mas oscuros, así como los mas claros, esperimentan esta especie de alteracion al cabo de cierto tiempo. Scheele fue el que probó este interesante hecho; mas Berthollet ha sido el que descubrió la importancia de la observacion hecha por el químico sueco, y el primero que pensó utilizar esta accion del cloro sobre las materias colorantes, aplicándola al blanqueo de los tejidos.

El cloro destruye las materias colorantes, quitándolas uno de sus principios constituyentes, á saber: el hidrógeno.

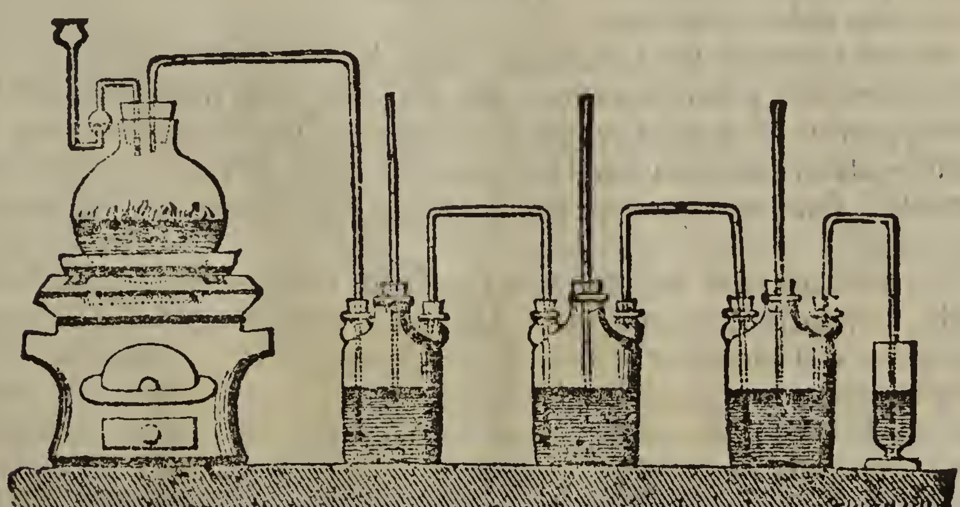
Es probable que sea por la misma causa por la que el cloro destruye inmediatamente las materias olorosas, los miasmas deletéreos y los olores infectos esparcidos en la atmósfera. Hallé fue el primero que en 1785 señaló la propiedad antiséptica del cloro, llamado entonces ácido muriático oxigenado. En 1791, Fourcroy le recomendó como á propósito para desinfectar los ce-

menterios, las bóvedas funerarias, las salas de diseccion, los establos en caso de enfermedad contagiosa, y para destruir las emanaciones inficionadas, los virus contagiosos, etc.; pero Guyton de Morveau es el que ha generalizado este poderoso medio de volver al aire viciado su primitiva pureza.

Fumigaciones del cloro ó guytonianas.—Cuando se quieren hacer fumigaciones del cloro en las enfermerías ó cárceles, se opera del modo siguiente: se toman 300 gramos de cloruro de sodio en polvo; 500 gramos de bióxido de manganeso; 200 gramos de ácido sulfúrico, y 200 gramos de agua comun. Se mezclan el cloruro de sodio, el bióxido de manganeso y el agua en una cápsula de cristal ó de loza; se añade en seguida el ácido sulfúrico, y se desprenderán al instante vapores de un amarillo verdoso, que serán mas abundantes si se agita la mezcla. Conviene emplear para este uso un tubo de cristal ó una barrita de porcelana. La pieza en que se hace la fumigacion debe estar perfectamente cerrada al menos media hora. Las dosis anteriormente indicadas, bastan para una pieza cuya capacidad sea de 111 metros cúbicos: será necesario aumentarlas ó disminuirlas, en razon del espacio que se quiere purificar.

Cloro líquido (*solucion de cloro*).—Cuando se quiere obtener este producto, se emplea un aparato muy usado para obtener los gases en estado de disolucion, y al que se da el nombre de *aparato de Wolf* (fig. 20). Se coloca el peróxido de manganeso

Fig. 20.

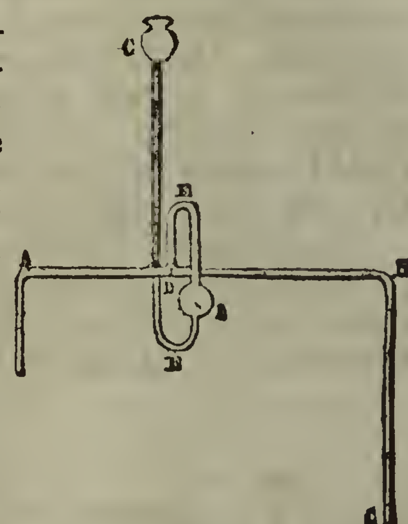


en el balon, al cual se ha adaptado: 1.º un tubo en figura de S, terminado por un embudo que sirve para verter el ácido clorhídrico, y que hace al mismo tiempo oficio de tubo de seguridad; y 2.º un tubo dosveces encorvado en ángulo recto que se sumerge en el agua del primer frasco, destinado para lavar el gas; un segundo tubo igualmente encorvado, le hace comunicar con un segundo frasco, y sucesivamente con un tercero. La figura 20 indica, mejor que una descricion detallada, la forma de este aparato. Se adaptan á las tubuluras del centro tubos derechos que se sumergen solamente algunas líneas en el agua de los frascos;

estan destinados á permitir la entrada del aire en el aparato, si la tension del gas viene á ser menor que la presion atmosférica, y á impedir, mediante esta precaucion, el que la absorcion pueda realizarse, es decir, que el líquido del segundo frasco pase al primero, y sucesivamente el del tercero al segundo; este incidente puede ocurrir cuando, estando concluida la operacion, no se desprende ya gas. Estos tubos, llamados *tubos de seguridad*, podrian suprimirse si la comunicacion entre los frascos estuviese establecida por medio de un tubo encorvado, como el que representa la figura, y que en justo obsequio de su inventor es conocido con el nombre de *tubo de Welter* (fig. 21).

Combinaciones del cloro.—El cloro es un cuerpo dotado de poderosas afinidades y puede formar combinaciones con los otros cuerpos simples. Con el hidrógeno constituye un ácido muy importante que estudiaremos despues. Examinaremos las combinaciones que puede formar con el carbono, el fósforo, el azufre, el selenio, el bromo y el iodo; y estudiaremos mas adelante la importante combinacion que forma con el ázoe.

Fig. 21.



Combinaciones del cloro y del carbono.—El cloro se combina con el carbono en tres proporciones: á Faraday, Philips y Regnault se debe el descubrimiento de estos cloruros.

Protocloruro de carbono.—Es líquido, incoloro y trasparente. Se obtiene con mucha facilidad, descomponiendo por el calor el sesquicloruro de carbono y haciéndole atravesar con lentitud por un tubo de porcelana incandescente. Está compuesto de 2 átomos de cloro y 1 de carbono $= C\,Cl^2$.

Sesquicloruro de carbono.—Este cuerpo es sólido, muy friable, cristalino, trasparente, incoloro, casi insípido, de un olor análogo al del alcanfor y volátil. Se funde á 160°, y hierve á 182.

Se obtiene esponiendo al sol una mezcla compuesta de cloro y de clorhidrato de cuadricarburo de hidrógeno. La descomposicion se verifica al instante: una parte del cloro se combina con el hidrógeno del cuadricarburo, formando ácido clorhídrico que se disuelve en un poco de agua que contiene el vaso, y la otra porcion se combina con el carbono en el estado naciente, formando el sesquicloruro de carbono, que se precipita en forma cristalina. Este producto se purifica tomando los cristales formados, comprimiéndolos entre hojas de papel y sublimándolos. Está compuesto de 3 átomos de cloro y 1 de carbono $= C\,Cl^3$.

Percloruro de carbono. (*Cloruro carbónico.*)—Este compueste, estudiado por Regnault, corresponde al ácido carbónico. Se prepara descomponiendo el sesquicloruro por medio del cloro. Es un líquido incoloro, de olor picante y de una densidad

de 1, 589. Está formado de 4 átomos de cloro y 1 de carbono $= C Cl^4$.

COMBINACIONES DEL CLORO Y DEL FOSFORO.—El cloro y el fósforo se combinan juntos, aun á la temperatura ordinaria, con desprendimiento de calórico y de luz, y de esta combinacion resultan, segun las proporciones del cloro, dos compuestos bien determinados. Ninguno de ellos tiene uso.

PROTOCLORURO DE FOSFORO.—Fue descubierto por Gay-Lussac y Thenard. Este cloruro es líquido, incoloro, trasparente, mas pesado que el agua, muy fumante y muy cáustico; enrojece la tintura de tornasol, pero no el papel bien seco teñido con ella. De aquí el nombre de *ácido clorofosforoso*, que impropiamente se le ha querido dar, porque se ha observado que no enrojecia la tintura de tornasol, sino despues de haber descompuesto el agua y formado ácidos fosforoso y clorhídrico, que son los que tienen accion sobre la tintura.

Se obtiene haciendo pasar una corriente de cloro bien seco sobre fragmentos de fósforo perfectamente desecados hasta que empiece á entibiarse el licor que se produce. Se deja depositar el deutocloruro que se ha formado; y se destila lentamente el protocloruro. Está formado de 3 átomos de cloro y 1 de fósforo $= P Cl^3$.

DEUTOCLORURO DE FOSFORO.—A Davy es á quien se debe el descubrimiento de este compuesto. Es sólido, de un blanco de nieve, muy volátil, pero menos que el protocloruro. Su vapor enrojece el papel de tornasol, ann cuando esté bien seco, de donde le vino el nombre de *ácido clorofosfórico*, propuesto por algunos químicos.

Calentado con oxígeno al través de un tubo incandescente, se descompone en cloro y en ácido fosfórico.

El agua le descompone instantáneamente con desprendimiento de calor y formacion de ácido clorhídrico y ácido fosfórico. Si el agua está en grande cantidad, y el cloruro está en polvo, se forma además una combinacion de agua y de cloruro. (Dulong.)

Este compuesto se obtiene de la misma manera que el protocloruro, con la diferencia de que se continúa la corriente de cloro, hasta que el fósforo se convierta en una masa blanca, que es el deutocloruro en estado de pureza.

Está formado, segun Dulong, de 5 átomos de cloro y 1 de fósforo $= P Cl^5$.

Las combinaciones que el *cloro* puede formar con el *bromo* y con el *selenio*, ó sean los *cloruros de selenio* y los *cloruros de bromo*, ofrecen muy poco interés para que nos detengamos en su consideracion.

COMBINACIONES DEL CLORO Y EL IODO.—Se conocen dos combinaciones de cloro y de iodo: el protocloruro y el percloruro de iodo. Se obtienen directamente echando el iodo en un frasco lleno de cloro; los dos cuerpos se combinan con desprendimiento de calor. El primer producto es líquido, y constituye el protocloruro; pero cuando el cloro está en esceso, se obtiene un producto sólido, que es el percloruro de iodo.

Protocloruro de iodo.—Es líquido, de un color rojo moreno, mas pesado que el agua, y por su aspecto y propiedades físicas se asemeja al bromo. Se disuelve en el agua sin alteracion.

Su composicion no es conocida.

Percloruro de iodo.—Es sólido, cristalino, blanco amarillento, muy volátil, de un olor irritante, escita las lágrimas y sofoca cuando se le respira.

Disuelto en una pequeña cantidad de agua se altera poco, pero cuando el agua se halla en grande cantidad, es descompuesto, y el percloruro se queda convertido en los ácidos clorhídrico é iódico. Está compuesto, segun Soubeiran, de 3 átomos de cloro y 1 de iodo.

Estos cloruros se emplean en la daguerreotipia para obtener las placas rápidamente impresionables.

Fluor ó Phtoro.—No pudiendo conseguirse este cuerpo en estado libre, porque corroe todos los vasos en que se ha tratado de obtener, ni se ha podido estudiar, ni ha sido posible darle alguna esplicacion. Se sabe solamente que despues del oxígeno, es el cuerpo mas electro-negativo entre todos los otros cuerpos, pues que sus combinaciones, espuestas á la accion de la pila, dan origen en el polo positivo á la formacion de un fluoruro, por la combinacion del fluor con el hilo conductor.

Azoe.—*(Mofeta.)*—La historia del ázoe está íntimamente enlazada con la del aire, como puede verse en la página 23. Es notable sobre todo por sus propiedades negativas. Es gaseoso, incoloro, inodoro, insípido, apaga los cuerpos en combustion, y su peso específico = 0,972.

El frio le dilata sin hacerle cambiar de estado y refracta poco la luz. El oxígeno no tiene accion directa sobre él, cualquiera que sea la temperatura; sin embargo, parece que la chispa eléctrica dará lugar á la formacion de un poco de ácido azóico, cuando los gases se encuentran húmedos. Como quiera que sea, se sabe que existen muchas combinaciones de oxígeno y ázoe, pero estas combinaciones no se realizan rápidamente sino cuando se presenta uno de estos dos cuerpos en el estado de gas naciente.

Caracteres esenciales.—El ázoe se reconoce: 1.° porque es incoloro: 2.° porque apaga los cuerpos en combustion: 3.° porque no enrojece la tintura de tornasol: 4.° porque es insoluble en el agua: 5.° en fin, porque no precipita en el agua de cal. El ázoe está muy esparcido en la naturaleza; forma parte de los nitratos del amoníaco, de algunas materias vegetales y de casi todas las sustancias animales. En fin, forma poco mas ó menos los $\frac{4}{5}$ del volúmen del aire atmosférico. Su descubrimiento se debe á Lavoisier en 1775. Habia sido indicado ya en 1772 por el botánico Ruttefert.

Estraccion.—Se estrae del aire atmosférico. Para este efecto se hace quemar en cierta cantidad de aire un lijero esceso de fósforo; el fósforo se apodera del oxígeno, forma ácido fosfórico

y deja libre el gas ázoe, en el que se encuentra un poco de fósforo en vapor. Se le separa este haciendo pasar por el gas algunas burbujas de cloro, que forman el cloruro de fósforo. Se añade al frasco un poco de potasa, se cierra y se agita: la potasa disuelve el cloruro y el esceso de cloro, así como un poco de ácido carbónico; y el ázoe, que sobrenada en el líquido, puede considerarse como puro.

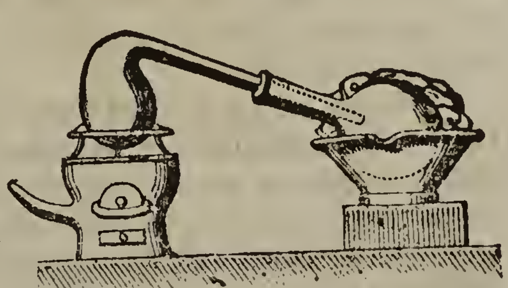
Una manera muy sencilla de procurarse el ázoe consiste en hacer una mezcla de cloro líquido y amoniaco. El cloro, teniendo mas afinidad con el hidrógeno que este con el ázoe, se apodera del hidrógeno del amoniaco, forma ácido clorhídrico y el ázoe queda en libertad. En fin, el ácido formado se combina con el amoníaco no descompuesto para dar orígen al clorhidrato de amoniaco.

Pelouze ha indicado últimamente para obtener el ázoe un procedimiento muy sencillo. Se hace absorber el deutóxido de ázoe al ácido sulfúrico del comercio y se añade sulfato de amoníaco. Se introduce la mezcla en una retorta, se calienta á fuego suave y se recibe el ázoe en campanas. El aparato (fig. 22) conviene para esta operacion.

Combinaciones del azoe.—El ázoe tiene reacciones químicas estremadamente débiles: no se combina directamente en las circunstancias ordinarias con ningun cuerpo simple; pero en el estado naciente ó con otras condiciones forma productos en estremo interesantes. Se une con el hidrógeno y da lugar á la formacion de un gas de la mayor importancia: este gas, llamado *amoníaco*, le estudiaremos mas adelante. Con el carbono constituye un cuerpo de los mas curiosos, el *cianógeno*. Se une igualmente al fósforo. Combinándose con el iodo y con el cloro produce azouros de iodo ó de cloro, que son cuerpos muy peligrosos para manejarse. Dulong, que fue el primero que llamó la atencion sobre estos productos, ha sido gravemente herido por una esplosion ocasionada por ellos.

Azouro de carbono.—*Cianógeno*.—El descubrimiento del cianógeno debe formar época en la historia de la ciencia. Es uno de los cuerpos mas interesantes que posee la química; y su estudio profundo ha abierto un nuevo camino á la ciencia. La gloria de este gran descubrimiento pertenece á Gay-Lussac. Lo que hay de mas notable en la historia del cianógeno, es que este producto, aunque formado por la reunion de los elementos carbono y ázoe, un átomo de cada uno C N deberia colocarse por la semejanza de sus reacciones entre los cuerpos simples. Forma con el cloro, iodo, bromo y fluor una serie de las mas naturales. Todos los compuestos que forman estos cuerpos, ofrecen entre sí una semejanza que no se puede desconocer.

Fig. 22.



Preparacion.—Se prepara el cianógeno calentando en una pequeña retorta (fig. 22) de cristal 20 ó 30 gramos de cianuro de mercurio bien seco. El cianuro seco no da sino cianógeno; al paso que el cianuro húmedo produce ácido carbónico, amoníaco y ácido cianhídrico. Se recibe el cianógeno en campanas llenas de mercurio.

Propiedades.—El cianógeno es un gas permanente é inflamable; su densidad es de 1,8064; su olor es estremadamente vivo y penetrante. Se puede liquidar y solidificar por un frio muy intenso. El cianógeno resiste á un alto grado de calor. No se combina con el oxígeno sino en el estado naciente para formar un cianato. Una mezcla de estos dos gases, bajo la influencia de un cuerpo en ignicion, detona, se quema con una llama azul y produce el gas ácido carbónico. El boro, el silicio, el carbono, el fósforo y el ázoe no tienen accion sobre el cianógeno. Se combina con el gas sulfhídrico en la proporcion de 1 á 1,5; resultando de esta combinacion una sustancia amarilla y cristalina. El agua á la temperatura ordinaria disuelve 4 $\frac{1}{2}$ veces su peso de cianógeno, y se vuelve muy picante: la disolucion al principio incolora, se colora, segun Vauquelin, despues de algunos dias en amarillo, despues en moreno, dejando depositar una materia negruzca: el líquido contiene un cianhidrato de amoníaco. Recibiendo el cianógeno en soluciones alcalinas, se coloran estas de moreno, cuando este gas está en esceso. El cianógeno no tiene uso.

Combinaciones del cianógeno.—El cianógeno forma con el hidrógeno un compuesto muy interesante, el ácido cianhídrico. Este ácido que estudiaremos mas adelante, es el mas dañoso entre todos los venenos. Existen dos *cloruros de cianógeno*: el uno gaseoso y el otro cristalizado en agujas blancas. Se prepara igualmente un *bromuro de cianógeno*, que se presenta bajo la forma de hermosos cristales cúbicos, y un *ioduro de cianógeno*, que está bajo la forma de agujas blancas de olor muy vivo.

Azouro de fosforo.—Se presenta bajo la forma de un polvo blanco lijero, aunque formado de cuerpos muy volátiles; es fijo é infusible al menos cuando se espone á un calor rojo bastante intenso y se escluye todo acceso del aire. Se obtiene haciendo enrojecer el clorofosfuro de amoníaco en un parage exento de oxígeno. Está formado de 2 átomos de ázoe y 1 átomo de fósforo, $Ph N^2$.

Ioduro de azoe.—El iodo y el ázoe no se combinan mas que en una proporcion; y esta combinacion se hace entre tres átomos de iodo y un átomo de ázoe: la fórmula es $Az I^3$. Parece existir una combinacion análoga al ioduro de ázoe que se puede considerar como el amoníaco, en la que un equivalente de hidrógeno está reemplazado por un equivalente de ázoe $Az H^2 I$.

La afinidad del iodo para el ázoe es muy débil: estos dos cuerpos no se unen, sino en tanto que el ázoe se halla en estado de gas naciente. Para obtener el ioduro de ázoe se pone el iodo en contacto con un esceso de amoniaco líquido á la tempera-

tura ordinaria; se forma al instante un precipitado negruzco de ioduro de ázoe. El amoníaco se descompone en ázoe, que se combina con el iodo para formar el producto, y en hidrógeno, que combinado con el iodo, forma el ácido iodhídrico, el cual á su vez se une con el amoniaco no descompuesto. Se recoge el ioduro sobre un filtro y se lava con presteza: de otro modo se descompondria espontáneamente.

Es pulverulento, negruzco y fulmina fuertemente; cuando está seco, la detonacion es espontánea: son necesarias para tocarle las mas prudentes precauciones.

Cloruro de azoe.—No se conoce mas que una sola combinacion del cloro y el ázoe, descubierta en 1811 por Dulong.

Este cloruro es líquido, como oleaginoso, de un color leonado, de un olor muy picante é insoportable. Su sabor no es conocido. Su peso específico es mayor que el del agua. Calentado, se volatiliza, y da lugar á un vapor sofocante. Espuesto á una temperatura de 30.°, detona de repente con violencia, y se descompone. El fósforo, el azufre y algunos metales le descomponen.

Se obtiene haciendo pasar una corriente de cloro por una disolucion de clorhidrato de amoníaco. Su preparacion es muy peligrosa.

§ III. De los ácidos y de los óxidos no metálicos.

En este párrafo trataremos de todas las combinaciones del oxígeno con los metalóides. Ninguno de estos compuestos posee las propiedades básicas, mientras que por el contrario la mayor parte son ácidos.

Es necesario esceptuar solamente los óxidos de hidrógeno, el óxido de fósforo y el óxido de carbono; los óxidos de ázoe pueden unirse en ciertas circunstancias con las bases, pero son tan débiles las combinaciones que de ellas resultan, que no se les ha dado el nombre de ácido á estos óxidos.

Cómo se distinguen los óxidos de los ácidos.—El principal carácter de los ácidos es el de poderles combinar con los óxidos de los metales electro-positivos, es decir, con las bases salificables, y producir sales: los caracteres accesorios que se les señala ordinariamente son su sabor agrio y la propiedad de enrojecer el color azul vegetal; mas algunos de entre ellos carecen de esta propiedad; por ejemplo, los que son insolubles en el agua.

El principal carácter de las bases ú óxidos básicos es el de poderse combinar con los ácidos para producir sales. Los caracteres accesorios son: su sabor urinoso, la propiedad de restablecer el color azul al papel de tornasol enrojecido por un ácido, la de enverdecer el jarabe de violeta y la de enrojecer el papel amarillo de cúrcuma; pero como la mayor parte son insolubles en el agua, no pueden manifestar sus propiedades accesorias. Vamos ahora á *indicar la composicion, la preparacion y las propiedades mas sobresalientes de los principales ácidos y óxidos metalóidicos.*

Combinaciones del oxigeno con el hidrogeno.—El oxígeno,

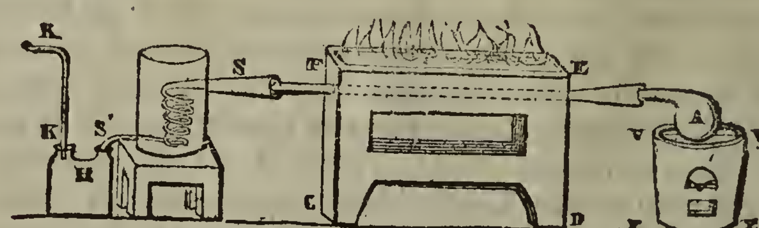
combinándose con el hidrógeno, forma dos compuestos: él agua y el sobreóxido de hidrógeno, ó agua oxigenada.

AGUA. (*Oxido de hidrógeno, óxido hídrico.)*—El agua en razon de su importancia en la produccion de todos los fenómenos de la naturaleza, de su presencia en todos los sitios de nuestro globo y de sus numerosas aplicaciones, ha fijado la atencion de los filósofos de todos los tiempos. Dios al crear al hombre, los animales y las plantas, ha esparcido con profusion el agua, que les es tan indispensable como el aire. Una sustancia tan íntimamente ligada á nuestra historia física, ha debido ser sometida á muchas investigaciones, y cosa estraordinaria, su composicion no ha sido conocida hasta fines del siglo XVIII. Este descubrimiento inmenso es tambien debido al genio de Lavoisier. La Inglaterra ha querido reclamar para sus hijos la gloria de este descubrimiento siempre memorable, pero un árbitro tan elevado como imparcial, Berzelius, ha decidido en este gran debate. Se esplica en los siguientes términos: «Se puede decir con toda justicia que Watt »y Cavendish se habian aproximado mucho al objeto que se »proponian, pero que solo Lavoisier lo ha conseguido. Watt, Ca»vendish y Priestley consideraban el oxígeno, el hidrógeno y el »agua como estados diferentes de un mismo cuerpo ponderable; »mas Lavoisier probó que el agua está compuesta de dos cuerpos »particulares, y es *precisamente en esto en lo que consiste el descu»brimiento.»*

Composicion del agua.—Para hacer comprender bien á nuestros lectores todos los detalles de estos esperimentos fundamentales, no podemos menos de trascribir el testo de la obra de Lavoisier, en el que estan consignados con la mayor claridad.

«1.ª ESPERIENCIA.—*Preparacion.*—Se toma un tubo de cristal E F poco fusible, enlodado y rodeado de una lámina de laton bruñida y muy delgada (fig. 23), de 8 á 12 líneas de diámetro, que

Fig. 23.



se hace pasar al través de un hornillo, dándole una lijera inclinacion de E á F. A la estremidad superior E de este tubo se ajusta una retorta de vidrio A, que contiene una cantidad de agua destilada bien conocida, y á su estremidad inferior F, un serpentin S S', que se adapta en S' á la boca de un frasco H de dos tubuluras: en fin, á la otra tubulura del frasco se adapta un tubo de cristal encorvado K K, destinado á conducir los fluidos aeriformes ó gases á un aparato propio para determinar su calidad y cantidad.

»Luego que está todo así dispuesto, se enciende fuego en el hornillo E F C D, y se sostiene de manera que haga enrojecer el tubo de cristal E F sin fundirle; al mismo tiempo se enciende bastante fuego en el hornillo V V X X, para sostener siempre hirviendo el agua de la retorta A.

»*Efecto.*—A medida que el agua de la retorta A se evapora por la ebulicion, llena el interior del tubo E F, y arroja el aire que sale por el tubo K K; el gas acuoso se condensa en seguida por su enfriamiento en el serpentin S S′, y cae el agua gota á gota en el frasco tubulado H.

»Continuando esta operacion hasta que toda el agua de la retorta A se haya evaporado, y dejando escurrir bien las vasijas, se encuentra en el frasco H una cantidad de agua exactamente igual á la que habia en la retorta A, sin que haya habido desprendimiento de ningun gas. De suerte que este procedimiento se reduce á una simple destilacion.

»2.ª Esperiencia.—*Preparacion.*—Se dispone todo como en la esperiencia precedente, con la sola diferencia de que se introducen en el tubo E F 28 granos de carbon quebrantado en pedazos de mediano grosor, y que con anterioridad ha estado largo tiempo espuesto en vasijas cerradas á un calor incandescente. Se hace, como en el esperimento anterior, hervir el agua de la retorta A, hasta la total evaporacion.

»*Efecto.*—El agua de la retorta A se destila en esta esperiencia como en la precedente; se condensa en el serpentin y cae gota á gota en el frasco H; pero al mismo tiempo se desprende una cantidad considerable de gas que se escapa por el tubo K K, y que se recoge en un aparato conveniente.

»Concluida la operacion, no se encuentra ya en el tubo E F sino algunos átomos de ceniza: los 28 granos de carbon han desaparecido totalmente.

»Examinados con cuidado los gases que se han desprendido, se encuentra que pesan reunidos 113 granos y $\frac{7}{10}$. Estos gases son de dos especies, á saber: 114 pulgadas cúbicas de gas ácido carbónico, que pesan 100 granos, y 380 pulgadas cúbicas de un gas estremadamente lijero, que pesa 13 granos y $\frac{7}{10}$, y que se enciende por la aproximacion de un cuerpo inflamado, cuando está en contacto del aire. Si se examina en seguida el peso del agua que ha pasado al frasco, se encuentra disminuido en 85 granos y $\frac{7}{10}$.

En esta esperiencia, 85 granos y $\frac{7}{10}$ de agua, mas 28 granos de carbon, han formado 100 granos de ácido carbónico,

mas $13\frac{7}{10}$ de un gas particular susceptible de inflamarse.

Pero, para formar 100 granos de gas ácido carbónico es necesario unir 72 granos de oxígeno á 28 granos de carbon ; por consiguiente, los 28 granos de carbon colocados en el tubo de cristal han quitado al agua 72 granos de oxígeno; luego 85 granos $\frac{7}{10}$ estan compuestos de 72 granos de oxígeno y 13 granos $\frac{7}{10}$ de un gas susceptible de inflamarse.

»3.ª Esperiencia.—Descomposicion del agua.—*Preparacion.*—Se dispone el aparato como en el anterior esperimento, con la sola diferencia que en lugar de 28 granos de carbon, se colocan en el tubo E F (fig. 23) 274 grados de pequeños hilos de hierro muy dulce arrollados en espiral. Se hace enrojecer el tubo como eu las esperiencias precedentes; se enciende fuego bajo la retorta A, y se conserva siempre hirviendo el agua que contiene, hasta que se halla evaporado totalmente, haya pasado en su totalidad por el tubo E F, y se haya condensado en el frasco H.

»*Efecto.*—En esta esperiencia no se desprende ya gas ácido carbónico, sino solamente un gas inflamable 13 veces mas lijero que el aire de la atmósfera : el peso total que se obtiene, es de 15 granos; y su volúmen es de 416 pulgadas cúbicas poco mas ó menos. Si se compara la cantidad de agua primitivamente empleada con la restante del frasco H, se encuentra un déficit de 100 granos. Por otra parte, los 274 granos de hierro encerrados en el tubo E F pesan 85 granos mas que cuando se les habia introducido, y su volúmen se encuentra considerablemente aumentado. Este hierro no es casi atraible por iman, y se disuelve sin efervescencia en los ácidos ; en una palabra, está en el estado de óxido negro, precisamente lo mismo que el que ha sido quemado en el gas oxígeno.

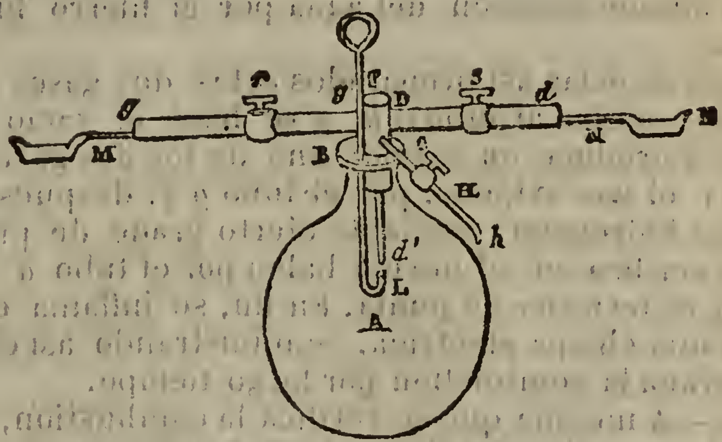
»Reflexiones.—El resultado de esta esperiencia presenta una verdadera oxidacion del hierro por el agua ; oxidacion en todo semejante á la que se verifica en el aire con el auxilio del calor. 100 granos de agua han sido descompuestos; 85 de oxígeno se han unido al hierro para constituirle en el estado de óxido negro, y se han desprendido 15 granos de un gas particular inflamable; luego el agua está compuesta de oxígeno y de la base de un gas inflamable en la proporcion de 85 partes para 15.

»El agua, independientemente del oxígeno, que es uno de sus principios, y que le es comun con otras muchas sustancias, contiene otro que la es propio, que es su radical constitutivo, y al cual nos hemos visto obligados á dar un nombre. Ninguno nos ha parecido mas conveniente que el de *hidrógeno*, es decir, principio generador del agua, de ὕδωρ, *agua*, y de γείνομαι, *yo engendro.*

«Si todo lo que acabo de esponer sobre la descomposicion del agua, es exacto y verdadero; si realmente esta sustancia está compuesta, como he tratado de establecer, de un principio que le es propio, llamado hidrógeno, combinado con el oxígeno, resulta de esto: que reuniendo estos dos principios, se debe volver á formar el agua; y esto es lo que sucede en efecto, como se podrá juzgar por el siguiente esperimento.»

«4.ª Esperiencia.—Recomposicion del agua.—*Preparacion.*— Se toma un balon de cristal A (fig. 24), de cuello ancho, y cuya

Fig. 24.



capacidad sea de 15 azumbres poco mas ó menos, unido á una plancha de cobre B C, atravesada de cuatro agujeros, á los cuales se adaptan cuatro tubos. El primero H *h* está destinado á adaptarse por una estremidad *h* á una bomba neumática, por medio de la cual se puede hacer el vacío en el balon. Un segundo tubo *g g* comunica por su estremidad M con un depósito de gas oxígeno, y está destinado á conducirle al balon. Un tercero *d d* comunica por su estremidad *d* N N con un depósito de gas hidrógeno: la estremidad *d'* de este tubo termina en una pequeña abertura, al través de la cual apenas puede pasar una aguja muy fina. Por esta abertura es por donde debe salir el gas hidrógeno contenido en el depósito, y para que salga con la suficiente prontitud, se le debe hacer esperimentar una presion de una ó dos pulgadas de agua. En fin, la plancha B C está atravesada de un cuarto agujero, provisto de un tubo de cristal adherido, al través del cual pasa un hilo de metal G L, á cuya estremidad L se ha adaptado una pequeña bola, á fin de poder sacar una chispa eléctrica de L á *d'* para encender, como se verá en seguida, el gas hidrógeno. El hilo de metal L es movible en el tubo de cristal, á fin de poder separar la bola L de la estremidad *d'*, y juntarla á D *d'*. Los tres tubos *d* D *d'*, *g g* y H *h* estan todos guarnecidos de sus llaves.

»Para que el gas hidrógeno y el gas oxígeno lleguen bien secos por los tubos respectivos que deben conducirlos al balon A, y para que sean despojados del agua, antes que puedan entrar en él, se les hace pasar al través de los tubos M, N N de cerca de una pulgada de diámetro, que se llenan de una sal muy deli-

cuescente; es decir, que atraiga la humedad del aire con mucha avidez, tal como el acetato de potasa, el muriato ó nitrato de cal.

»Se debe estar prevenido con anterioridad de una suficiente provision de gas oxígeno bien puro. Para asegurarse que no contiene nada de ácido carbónico, se le debe dejar largo tiempo en contacto con la potasa disuelta en el agua, y despojada antes mediante la cal de su ácido carbónico.

»Se prepara con el mismo cuidado el doble de gas hidrógeno. El procedimiento mas seguro para obtenerle puro consiste en sacarle de la descomposicion del agua por el hierro bien dúctil y bien puro.

»Despues de estar así preparados estos dos gases, se adapta la bomba neumática al tubo H *h*, y se hace el vacío en el gran balon A: se introduce en seguida uno de los dos gases, pero con preferencia el gas oxígeno, por el tubo *g g*; despues se obliga á entrar al gas hidrógeno, mediante cierto grado de presion, cuya entrada se verifica en el mismo balon por el tubo *d* D *d'*, cuya estremidad *d'* termina en punta. En fin, se inflama este gas con auxilio de una chispa eléctrica. Suministrando así estos dos gases se continúa la combustion por largo tiempo.

»*Efecto.*—A medida que se verifica la combustion, se deposita el agua en las paredes interiores del balon ó matraz: la cantidad de esta agua aumenta poco á poco, se reunen gruesas gotas que caen, y se juntan en el fondo del vaso.

»Pesando el matraz antes y despues de la operacion, es fácil reconocer la cantidad de agua que se ha formado. Hay por consiguiente en esta esperiencia una doble comprobacion; por una parte el peso de los gases empleados y por otra el del agua formada, y estas dos cantidades deben ser iguales.

»Sea que se opere por la via de descomposicion ó de recomposicion, se puede considerar como constante y tan bien probado como se puede hacer en química y en física que el agua no es una sustancia simple, sino que está compuesta de dos principios, el oxígeno y el hidrógeno.

»Este fenómeno de la descomposicion y recomposicion del agua, se verifica continuamente á nuestra vista á la temperatura de la atmósfera y por efecto de afinidades compuestas. A esta descomposicion son debidos, al menos hasta cierto punto, los fenómenos de la vegetacion. Es bien estraordinario que hasta aquí haya escapado tal observacion á la perspicacia de los físicos y de los químicos; circunstancia de la cual se debe inferir que en las ciencias como en lo moral, es difícil vencer las preocupaciones en que se ha estado primitivamente imbuido, y seguir otra ruta diversa de la que se ha seguido hasta entonces.»

Se puede analizar el agua por la pila, como lo hemos espuesto en la parte *Física* de este curso: se obtienen siempre dos volúmenes de gas hidrógeno, y uno de gas oxígeno.

Dumas se ha ocupado en estos últimos tiempos de fijar de una manera exacta la composicion del agua en peso. Voy á esponer

en detalle (copiando testualmente lo mas importante de la memoria de Dumas) todas las precauciones que son necesarias para llegar á un resultado cierto.

«Mi primer cuidado ha consistido en procurarme el hidrógeno perfectamente puro. Respecto á este punto, creo nada he dejado que desear; pues me he valido de procedimientos bastante sencillos y propios de mi invencion, los cuales he tenido la satisfaccion de ver aprobados y adoptados por la generalidad de los físicos y de los químicos, á medida que han tenido un exacto conocimiento de todos ellos.

»Las impuridades del hidrógeno, obtenido por el zinc, el agua y el ácido sulfúrico, pueden consistir en óxidos de ázoe, ácido sulfuroso, hidrógeno arsenicado é hidrógeno sulfurado.

»Los óxidos de ázoe provienen del ácido sulfúrico impuro; es necesario por consiguiente, antes de ponerle en uso, asegurarse de su pureza.

»Algunas veces se encuentra el ácido sulfuroso en el ácido sulfúrico, que se ha tratado de purificar de las combinaciones nitrosas por medio de una corriente de ácido sulfuroso. Arrastrado por el hidrógeno, pasaria con él, y causaria graves errores.

»El hidrógeno arsenicado, y con especialidad el hidrógeno sulfurado, se manifiestan casi constantemente en estos esperimentos. Es necesario por tanto hacer uso de ácido sulfúrico puro, y dirigir el gas al través de algunos reactivos, propios para quitarle los restos de hidrógeno sulfurado ó de hidrógeno arsenicado que pueda contener. Una disolucion de nitrato de plomo retiene el hidrógeno sulfurado, y una disolucion de sulfato de plata retiene á su vez el hidrógeno arsenicado. Coloco estas disoluciones en tubos de figura U, llenos de pedazos de cristal, los cuales dan á los líquidos un aumento de superficie, proporcionado á la accion que estan destinados á ejercer.

»Ordinariamente á la conclusion de la esperiencia, en los tubos que tienen casi un metro de longitud, la parte coloreada por la formacion del sulfuro de plomo, ó la reduccion de las sales de plata, ocupa un espacio que apenas llega á tres ó cuatro centímetros.

»El gas pasa en seguida por tubos semejantes llenos de piedra pómez humedecida con una disolucion de potasa concentrada. Despues pasa á un tubo, que contiene la potasa en pedazos; y en seguida á otro en que hay colocada potasa cáustica, calentada hasta la temperatura roja.

»El hidrógeno, que ha sufrido estas purificaciones, es perfectamente inodoro. Me ha sucedido algunas veces perder, en mi laboratorio una centena de litros de hidrógeno, sin percibir el mas pequeño olor.

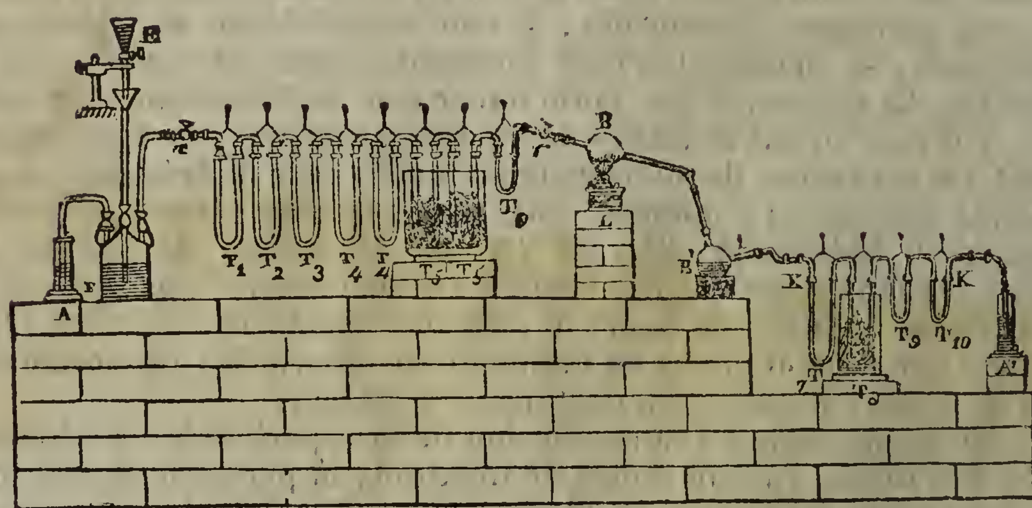
»Pero este gas no está perfectamente seco, y para obtenerle, en tal estado, he empleado, ya el ácido sulfúrico concentrado ó ya el ácido fosfórico anhidro.

»El ácido sulfúrico conviene mejor cuando se opera en invierno; ó bien se tiene cuidado de mantener los tubos desecantes á

cero, rodeándolos de hielo. Mas yo he empleado las mas veces el ácido fósforico anhidro, como desecante. En este caso le divido por medio de gruesos fragmentos de piedra pómez. El hidrógeno puro y seco, se deja perder durante algunas horas, con el objeto de desalojar todo el aire de los aparatos.

»El óxido de cobre está colocado en un balon de cristal muy fuerte (fig. 25). Esta circunstancia es precisa, á fin de que por espacio de un dia pueda actuar una temperatura elevada hasta el calor rojo, sin que el balon se altere en su forma, ni aun en el brillo de su superficie.

Fig. 25.



Esplicacion de la figura.—F, frasco en el cual se produce el hidrógeno;—E, embudo con llave que contiene el ácido sulfúrico;—A, campana que contiene mercurio, sirviendo de válvula de seguridad para la salida del gas, cuando la presion en el aparato es demasiado considerable;—T[1], tubo en forma de U, que contiene fragmentos de cristal humedecidos con nitrato de plomo;—T[2], tubos en U, que contienen fragmentos de cristal humedecidos con sulfato de plata;—T[3], tubos en U, que en el primer brazo contienen piedra pómez, humedecida con potasa; y en el segundo, fragmentos de potasa sólida ordinaria;—T[4] T[4], potasa enrojecida en fragmentos;—T[5] T[5], piedra pómez en fragmentos gruesos, espolvoreados con ácido fosfórico anhidro. Estos tubos estan rodeados de una mezcla frigorífica;—T[6], tubo que contiene la piedra pómez y el ácido fosfórico anhidro;—B, balon de cristal fuerte, destinado á la reduccion del óxido de cobre: este balon está terminado por un largo cuello adelgazado, y está provisto de una llave *r* á una de sus estre-

midades; el estremo encorvado penetra en el interior del tubo H. El aparato B y el tubo H, estan unidos por medio de un tubo de goma elástica; — L, lámpara de alcohol de doble corriente, que contiene agua en el espacio anular; — B′, balon destinado á recibir el agua que se reduce al estado líquido; su cuello l contiene fragmentos de cloruro de calcio; — T^7, tubo en U que contiene potasa enrojecida; — T^3. tubo en U que contiene ácido fosfórico anhidro; este tubo está rodeado de una mezcla frigorífica; — T^9, tubo con ácido fosfórico anhidro; — T^{10}, tubo con ácido fosfórico anhidro no pesado, y que sirve solamente para preservar el tubo T^6 del contacto del aire húmedo; — A′, proveta que contiene ácido sulfúrico, al través de la cual se desprende el hidrógeno en esceso; — KK, cubiertas de goma elástica.

»He empleado para calentarle lámparas de alcohol de doble corriente de aire, de una construccion nueva, en las cuales mantengo el alcohol á una temperatura baja, por medio de una cubierta de agua. Me he procurado los balones bien cocidos para resistir á todos los cambios de temperatura, y todo lo mas fuertes posible para soportar un color rojo prolongado, sin que pierdan su brillo. Finalmente, han estado estos balones provistos de un cuello de un metro de largo, para que se verifique el enfriamiento y la condensacion del vapor acuoso formado.

»Introducido el óxido de cobre en el balon, se ajusta una llave sobre el cuello mas pequeño, y se cierra el lado opuesto por medio de una cubierta de goma elástica. Despues de estar seguro que el aparato conserva el vacío, se dirige á la bola una corriente de aire desecado por el ácido sulfúrico, y se calienta hasta la temperatura roja. Luego que se han hecho pasar así 15 ó 20 litros de aire, se retira la lámpara, se deja enfriar el aparato, mientras que circulan todavía 15 ó 20 litros de aire bien seco.

»Separada por estos medios toda humedad accidental, y estando el balon perfectamento frio, se hace el vacío y se pesa. Verificado el vacío se pesa de nuevo; se pone entonces el balon en comunicacion con el aparato de donde se desprende el hidrógeno.

»Se ajustan los aparatos destinados á recibir el agua líquida, y los tubos desecantes que deben retener el agua hidrométrica del esceso de gas. Estos tubos estan siempre dispuestos exactamente, lo mismo que los que preceden al óxido de cobre.

»Han sido pesados de antemano, de suerte que pesándolos de nuevo despues de la operacion, se conoce el peso del agua formada.

»Calentando el óxido de cobre hasta el rojo oscuro, empieza la reduccion, y el agua corre al instante en abundancia; mas al cabo de algunas horas la formacion de agua se para; pero no se puede dar por terminada la operacion, hasta que se hayan pasado diez ó doce horas. No es fácil por consiguiente dedicar menos de diez y seis ó diez y ocho horas para la ejecucion de cada esperiencia, prescindiendo de las operaciones preliminares que me han costado constantemente dos ó tres dias de toda especie de cuidados.

»Si se añade que he obtenido en mis diverses esperimentos

mas de un kilógramo de agua; que esta cantidad es el producto de 19 operaciones, contando las que se me han frustrado por algun accidente, y que no he hecho menos de cuarenta ó cincuenta esperiencias semejantes, podrá formarse una idea del tiempo y del trabajo que me ha costado esta determinacion.

»Es necesario añadir que la duracion necesaria de estas operaciones me ha obligado en muchos casos á prolongar el trabajo hasta una hora avanzada de la noche, y á colocar los pesos á las dos ó las tres de la mañana.

»Y no me atreveré á asegurar que tales pesos merezcan tanta confianza como si hubiesen sido ejecutados en circunstancias favorables, y como si fuesen debidos á un observador menos cansado de la fatiga inevitable despues de quince ó veinte horas de atencion continua.

»Al representar aquí con toda prolijidad cuántas circunstancias y accidentes han ocurrido en mis minuciosos y prolongados esperimentos, no he sido guiado por mas objeto que el de poner á todos los químicos en el estado de apreciar el valor de ellos, y de estimularles á hacer cuantas rectificaciones les sugieran sus luces y sus esperiencias.

»Si se presume que estas esperiencias pueden ejecutarse con mas prontitud, se verá la dificultad de que esto pueda realizarse, haciéndose cargo del resúmen de las operaciones que las constituyen.

»1.º Desprendimiento del hidrógeno en el aparato, para que este quede completamente despejado del aire.

»2.º Peso del balon lleno de óxido de cobre y vacío de aire.

»3.º Peso de los aparatos destinados á recoger el agua.

»4.º Composicion del aparato.

»5.º Reduccion.

»6.º Enfriamiento del balon continuando la corriente de hidrógeno.

»7.º Peso del balon frio y vacío de hidrógeno.

»8.º Salida del hidrógeno de los aparatos que contienen el agua, por medio de una corriente de aire seco, para espulsar de ellos el hidrógeno.

»9.º Peso de los aparatos que contienen el agua.

»En la suposicion de que el dia anterior se haya destinado completamente á hacer pasar el aire seco sobre el óxido caliente, y á preparar todos los pesos.

»Se podrian abreviar estas esperiencias disminuyendo la cantidad de agua que se quiere producir en cada una de ellas; pero es necesario tener presente una circunstancia particular, para poder apreciar hasta qué punto es permitida esta disminucion.

»De todas las análisis que un químico puede proponerse, la del agua es la que produce mayor incertidumbre. En efecto, una parte de hidrógeno se combina con ocho de oxígeno para formar agua, y nada seria mas exacto que la análisis del agua, si se pudieran pesar el hidrógeno y el agua que proviniese de su combustion.

»Pero no es posible hacer la esperiencia de esta manera. Nos vemos obligados á pesar el agua formada y el oxígeno que ha servido para producirla, y á deducir por la diferencia entre ambos pesos, el del hidrógeno que forma parte del espresado líquido. Un error de $\frac{1}{900}$ sobre el peso del agua ó de $\frac{1}{800}$ sobre el peso del oxígeno, equivale á una cantidad igual á $\frac{1}{90}$ ó á $\frac{1}{80}$ sobre el peso de hidrógeno, y siguiendo estos errores en el mismo sentido, pueden aumentarse y llegar á $\frac{1}{40}$. Me ha sucedido algunas veces, que á medida que aumentaba el peso del agua formada y la duracion de las esperiencias, las diversas causas de error venian á complicar los pesos y á disminuir su exactitud. El peso atómico del hidrógeno, no puede bajar de 12,50, cuando el del oxígeno está representado por 100.

»Mis esperiencias le colocan entre 12,50 y 12,56, y si algo dejan que desear bajo el punto de vista filosófico, bastan sobradamente para todas las necesidades de la práctica.»

Propiedades físicas del agua.—El agua es líquida á la temperatura ordinaria, trasparente, incolora, inodora, insípida, elástica, capaz de trasmitir el sonido y de mojar los cuerpos. Su compresibilidad, negada por mucho tiempo, ha sido probada por Perkins, OErsted y Canton. Los esperimentos que han hecho con este objeto, prueban al mismo tiempo que se comprime en razon de los pesos de que está cargada. Su peso específico es la unidad, á la cual se compara el peso de los líquidos y de los sólidos. Un litro de agua á + 4° pesa 1000 gramos.

El agua conduce mal el fluido eléctrico: por esta razon, al agua que sirve de conductor del fluido, en la pila voltáica, se añade cierta cantidad de sal ó de ácido. Refracta fuertemente la luz. Sometida á la accion del calor se calienta y entra en ebulicion á la temperatura de 100° bajo la presion ordinaria; el aumento ó disminucion de presion, retarda ó acelera su punto de ebulicion; las sales que tienen afinidad con ella, le retardan igualmente, al paso que algunas sales metálicas le aceleran. El agua se volatiliza, y el vapor que de ella resulta, ocupa un volúmen 1700 veces mas considerable, que el que tenia en estado líquido. Como en todos los gases, la tension de su vapor aumenta con su temperatura.

Espuesta el agua á una temperatura fria, se condensa hasta + 4°; por el contrario se dilata hasta el término de la congelacion, la cual tiene lugar á la temperatura de 0. Segun Mairan, aumenta durante su congelacion un 14 de su volúmen. He aquí por qué el hielo es mas lijero que el agua. Resulta por lo que acabamos

de decir, que el mas alto grado de densidad de este líquido es á + 4°. Su punto de congelacion se puede retardar, como su punto de ebulicion, por las mismas sustancias salinas. Blagden ha visto que el agua pura, colocada en un matraz cuyo cuello se haya cerrado á la lámpara, ó cubierta de una capa de aceite, podia recibir un frio de —5 á —6° sin congelarse, con tal que el agua permaneciese en reposo. Gay-Lussac, empleando los mismos medios y haciendo uso del agua pura y privada de aire, la ha podido llevar hasta —12° sin congelarse. El agua aireada y cargada de limon se congela con mas prontitud.

Propiedades químicas.—El oxígeno se disuelve en el agua, y esta disolucion se verifica en tanta mas cantidad, cuanto mas baja es la temperatura y mas fuerte la presion. A + 10° y á la presion ordinaria disuelve mas de la 25ª parte de su volúmen. El aire le disuelve tambien, aunque en menor proporcion; y se observa que entonces es mas rico de oxígeno, lo cual depende únicamente de que el ázoe es menos soluble que el oxígeno.

El hidrógeno se disuelve en pequeña cantidad.

Se tiene observado que entre los metalóides, tan solo el ázoe, el iodo, el bromo y el cloro son solubles en el agua. El boro y el carbono la descomponen á una temperatura elevada, dando el primero ácido bórico é hidrógeno, y el segundo ácido carbónico y protocarburo de hidrógeno. Esta esperiencia se hace colocando los cuerpos en un tubo de porcelana enrojecido y haciendo pasar por él agua en vapor. El carbon puede además absorber el agua y perder entonces los gases que contenia. El iodo calentado con el agua la descompone, y forma ácido iodhídrico y ácido iódico: continuando la adicion del iodo cesa la descomposicion del agua: por el contrario si se concentra el líquido los dos ácidos formados reaccionan entre sí, para volver á formar el agua y el iodo. El cloro disuelto en el agua, constituye el *cloro líquido* (véase la página 71). Esta disolucion está cargada de vez y media su volúmen de cloro á 20° y bajo la presion ordinaria. El calor ó la luz solar, aplicados á esta disolucion, determinan la descomposicion del agua y la formacion de ácido clorhídrico, y el oxígeno queda en libertad: se forma además un poco de ácido clórico, por la accion de la luz solar.

Entre los metales algunos descomponen el agua, ya á la temperatura ordinaria, ya á una temperatura un poco mas elevada y ya á la temperatura roja. Ninguno es soluble en ella.

La mayor parte de los ácidos se disuelven en el agua; en general son muy solubles los que tienen mucho sabor.

Las aleaciones obran sobre el agua de la misma manera que los metales; las que contienen metales capaces de descomponerla podrán tambien ejercer esta accion. Algunos óxidos metálicos se disuelven en el agua; tales son los de la primera seccion, el de mercurio, etc. La mayor parte por el contrario, son insolubles.

Estado natural.—El agua se halla muy abundante en la naturaleza en el estado sólido, líquido y en el de vapor. En el estado

sólido constituye el *hielo*, el *granizo* y la *nieve*: en este estado se encuentra comunmente en los paises frios, al rededor de los polos, constituyendo allí lo que se llama *neveras*, y estas fundiéndose por un tiempo mas cálido, forman rios mas ó menos considerables. En el estado líquido es infinitamente mas abundante: constituye los rios, los lagos y los mares. Pero no está jamás pura, contiene mas ó menos cuerpos estraños (sal marina, sales de cal, algunas veces sales de hierro y de magnesia, ácido carbónico, sulfhídrico, etc.). Cuando el agua lleva disuelta una gran cantidad de sal marina se llama *salada*; á esta clase pertenecen las aguas de los mares y las de algunos manantiales. Si la proporcion de los otros cuerpos es bantante crecida para obrar sobre la economía animal, se la da el nombre de *agua mineral*. Cuando por el contrario tiene poco sabor y pocas sales, se llama *agua dulce* ó *agua potable*; tales son las de los rios, fuentes, etc. En fin, en el estado de vapor se encuentra en gran cantidad esparcida por la atmósfera. (Véase el Tratado de *Física*, HIGROMETRÍA.)

Preparacion del agua destilada.—Para obtener el agua en el estado de pureza y privada de aire, se destila, se recoge el producto despues de haber dejado perder un $\frac{4}{100}$ de la cantidad empleada, y se continúa entonces la operacion, hasta las $\frac{3}{4}$ partes. En las primeras porciones se encuentra muchas veces el carbonato de amoníaco procedente de la descomposicion de las materias animales que contiene el agua: por el contrario, á la conclusion continuando el fuego, ciertas sales que contiene el agua podrian reaccionar unas sobre otras, y formar productos volátiles de los que se cargaria el agua que se quiere purificar.

Vamos á dar ahora algunas nociones generales sobre la destilacion.

DESTILACION.—La destilacion es una operacion que tiene por objeto separar un producto volátil de sustancias que no lo son ó que lo son menos que él. Hace poco tiempo que se conoce el arte de la destilacion: las primeras nociones que se encuentran sobre este arte estan consignadas en los escritos de un médico árabe llamado Alrhases. Se distinguian en otro tiempo tres especies de destilacion: la destilacion por *ascenso* ó en el alambique, la *lateral* ó en la retorta, y la destilacion por *descenso*. Esta última operacion que era muy defectuosa está generalmente abandonada; tenia por objeto obligar á los líquidos á destilar de arriba abajo.

Destilacion en el alambique.—Este aparato se compone de tres partes, y la forma de estas ejerce una influencia muy esencial sobre el resultado: estas partes son el capitel, la cucurbita y el refrigerante. (Véase la fig. 26.)

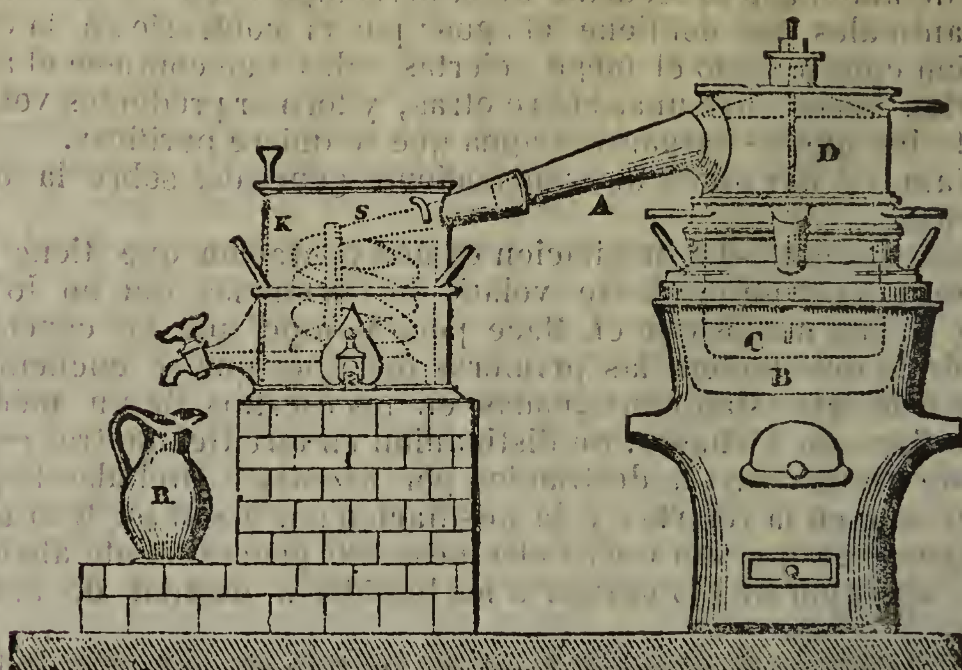
La *cucurbita* C era dos veces mas profunda que lara. Como

la rapidez con que se evapora un líquido está en razon directa de la estension de su superficie, la prontitud con que hierve es proporcionada á la estension de la superficie calentada y á la poca altura del líquido estendido sobre el fondo calentado. De aquí se sigue que la cucurbita debe abandonar tanto mas fácilmente lo que se puede volatilizar, cuanto mas ancho sea el fondo y ménor la altura que presente, y que reuniendo estas dos cualidades se economiza proporcionalmente el tiempo y el combustible.

Es sin embargo conveniente que tenga bastante altura para que no puedan elevarse al capitel las materias que contiene.

El *capitel* D ha sufrido muchas é importantes modificaciones; en otro tiempo estaba separado de la cucurbita por medio de tubos ya derechos, ya encorvados en forma de cigüeña. Se les suprimió y se hizo descansar inmediatamente el capitel sobre la caldera. En el alambique de Baumé, que se encuentra todavía en algunos laboratorios antiguos, el capitel es cónico y rodeado de un baño de maría, propio para condensar los vapores. En su base hay una ranura destinada á conducir al cuello del capitel los vapores condensados que corren por las paredes internas. Este aparato tiene dos grandes defectos: el primero es, que una parte del líquido condensado vuelve á la caldera en vez de correr al recipiente. Se habia remediado en algunos casos este in-

Fig. 26.



conveniente; la esperiencia habia enseñado en la destilacion del vino á dar al capitel cierto grado de inclinacion: el aguardien-

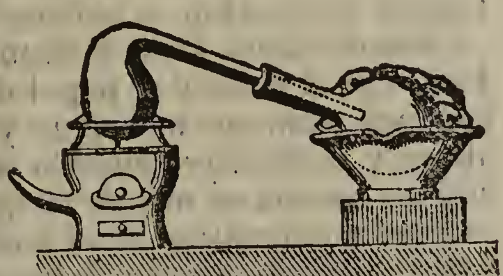
te corria entonces por su superficie sin caer á la caldera, pero quedaba siempre un segundo inconveniente que no habia sido remediado, y era que una parte de los vapores se condensaba antes de tener contacto con el metal y descendia directamente á la cucurbita.

Despues se ha reconocido que el capitel no tiene necesidad de ser grande, ni es necesario que se verifique en él la menor condensacion. Esta es la razon porque ahora se hace muy pequeño ó no se toma sino un tubo de cobre encorvado, cuya estremidad mas ancha se adapta exactamente á la abertura de la caldera: al paso que la mas pequeña A se ajusta igualmente en el refrigerante.

El *refrigerante*, conocido con el nombre de serpentin, es la parte en que se condensan los vapores y toman el estado líquido. En las antiguas calderas consistia en tubos derechos que atravesaban una vasija de madera llena de agua y de hielo; ordinariamente en número de dos ó tres, segun que el capitel estaba provisto de dos ó tres tubos de desagüe. El camino que los vapores tenian entonces que correr, era muy corto, y resultaba de aquí que en las épocas del año en que era imposible tener hielo, la destilacion no podia hacerse sin una pérdida considerable; pues que una gran parte de los vapores atravesaban el tubo sin condensarse: por esta causa se modificó la forma del refrigerante, y se pensó no tomar mas que uno, pero vuelto 5 ó mas veces en espiral y estrechado sucesivamente hácia la base. Está contenido en una vasija K, y el liquido destilado se vacia por la llave en el recipiente R.

Destilacion en la retorta.—Una retorta es un vaso de cristal, de tierra, de porcelana ó de metal: es propiamente hablando un matraz de cuello encorvado. Se distingue en la *panza* que corresponde á la cucurbita de un alambique, la *bóveda* y el *cuello* que corresponden al capitel (fig. 27). El aparato de refrigeracion varía segun las operaciones; pero ordinariamente es una alargadera y un balon recipiente tubulado que tiene la doble ventaja de favorecer la condensacion de los vapores, y de llevar los gases á una altura bastante grande en la chimenea. Para enfriar este matraz se sumerge si es necesario, en una vasija que contenga agua y hielo. Se puede tambien hacer caer el agua gota á gota sobre la superficie del matraz cubierto con un pedazo de tela. Para algunos líquidos muy volátiles, es necesario rodear el matraz con una mezcla refrigerante. Con objeto de impedir la pérdida de los vapores por las junturas de la retorta con la alargadera y de esta última con el balon se adaptan corchos, sobre los cuales se aplica un lodo que se cubre con una tira de papel. Cuando se destilan ácidos que corroerian los corchos, no se pone ningun lodo;

Fig. 27.



solamente se escogen los vasos que adapten lo mejor posible. Cuando los líquidos son de difícil condensacion, ó cuando uno se propone disolver los gases en el agua, se emplea el aparato de Wolf (página 71).

Las retortas se calientan á fuego desnudo en baño de arena ó en un baño líquido, segun los resultados que se quieren obtener. Cuando el líquido empleado como baño de maria es el agua, se tiene una temperatura constante de 100°: con el auxilio de una disolucion concentrada de muchas sales, se pueden obtener temperaturas variables. Así, una disolucion saturada de nitro hierve á 114°; una disolucion saturada de sal marina á 105°, y una disolucion saturada de tartrato de potasa y sosa á 115°. El baño de aceite puede calentar hasta 300°, y con la aleacion fusible de d'Arcet se puede llevar hasta la temperatura roja.

Teoría de la destilacion.—Cuando se ejerce la destilacion sobre un solo líquido, luego que esta se lleva á la ebulicion, se forman vapores cuya fuerza elástica es igual á la del aire; como son continuamente compelidos por los nuevos vapores que se forman, el aire del aparato es espulsado en seguida; y finalmente como continuan formándose, en tanto que el líquido hierve llegan á condensarse en el refrigerante. Cuando se calientan dos líquidos que entran en ebulicion á temperaturas desiguales, por ejemplo, el agua que hierve á 100° y una esencia á 150°, la temperatura permanece constante á 100°, y se forma entonces una cantidad bastante considerable de vapor de esencia, que se mezcla con el vapor del agua que está saturada de ella mediante la temperatura de 100°. Pero lo mismo que el vapor del agua se renueva sin cesar, el vapor de la esencia se reproduce á cada instante, y siempre en la misma circunstancia de saturacion recíproca. Pero cuando dos líquidos que destilan reunidos, tienen afinidad el uno para el otro, los resultados se modifican por esta afinidad, y esto es lo que sucede mas ó menos en el gran número de destilaciones.

Bioxido de hidrogeno.—(*Agua oxigenada.*—El descubrimiento del bióxido de hidrógeno es debido á Thenard.

Propiedades.—Este compuesto es líquido, incoloro é inodoro. Destruye el color del papel de cúrcuma; su sabor es metálico, produce picor en la lengua y espesa la saliva; ataca la piel, la altera y la destruye cuando se aplica en capas bastante espesas; su tension es mas débil que la del agua: esto esplica por qué se puede concentrar en el vacío al lado de un cuerpo ávido de agua, como el ácido sulfúrico, etc.: su densidad = 1,452.

Espuesto al calor pierde una parte de su oxígeno, tanto mas considerable, cuanto mas elevada es la temperatura. El fluido eléctrico le hace perder una gran cantidad del oxígeno; el frio no le congela, aun cuando la temperatura sea igual á —30°.

Entre los metalóides solo el selenio y el carbon descomponen el bióxido de hidrógeno: el selenio se acidifica, y el carbon desprende el oxígeno sin contraer combinacion.

Todos los metales, escepto el antimonio, el teluro, el hierro

y el estaño, descomponen el agua oxigenada, volviéndola al estado ordinario de agua. Pero esta accion no es bien manifiesta sino cuando los metales se hallan reducidos á polvo. Algunos metales pasan al estado de óxidos, otros quedan en el mismo estado que han sido empleados: desprenden, sin embargo, todo el oxígeno que la constituia bióxido y no dejan mas que agua.

Entre los sulfuros metálicos no hay mas que el de plata y el de mercurio que no descompongan el bióxido de hidrógeno puestos en contacto con él. Todos los demás, por el contrario, le descomponen, se apoderan de una parte de su oxígeno, y pasan al estado de sulfatos; pero esta manera de obrar no es la misma en todos; hay unos cuya accion es muy violenta, y otros, como los de bismuto y estaño, cuya accion es muy débil.

Los óxidos metálicos tienden generalmente á volver al bióxido de hidrógeno al estado de agua. Algunos se oxidan mas, otros no se alteran, y en fin muchos son susceptibles de reduccion. La fuerza descomponente de los óxidos varía mucho: algunos quitan repentinamente el oxígeno del líquido con una especie de esplosion y con desprendimiento de calórico y aun de luz. Entre los óxidos que se sobreoxidan se encuentran los de *bario*, de *estroncio*, de *calcio*, etc. Los que no se alteran son: los peróxidos de *manganeso*, de *cobalto*, de *hierro*, el *protóxido* de *plomo*, etc. Los que se reducen son: los óxidos de *plata*, de *oro*, los óxidos de *plomo*, escepto el protóxido, etc. En fin, tres producen esplosion y son el óxido de *plata*, los peróxidos de *plomo* y *manganeso*.

Los ácidos poseen, por el contrario, la propiedad de dar al agua oxigenada mas estabilidad, á menos que sean muy débiles ó que no cambien de naturaleza; tal es el *ácido tartárico*, etc. Entonces se trasforman los ácidos en ácido carbónico. Los ácidos sulfúrico, fosfórico, clorhídrico, arsénico, oxálico, etc., se encuentran en el primer caso; es decir, que hacen mas estable el agua oxigenada.

Las sales no tienen accion sobre el agua oxigenada; su modo de obrar en este caso, mas bien se parece á sus óxidos, que á sus ácidos.

Entre las materias vegetales, solo el tornasol puede descomponer el agua oxigenada, propiedad que se atribuye al álcali que contiene. Sucede lo mismo con las materias animales aisladas, escepto la fibrina que la descompone. Las materias animales organizadas y los tejidos orgánicos de los animales, todos producen la descomposicion del bióxido de hidrógeno, y la producen á la manera de los óxidos metálicos y de los metales; pero sin que lleguen á absorber oxígeno, ni ceder ninguno de sus principios.

Composicion.—Las diversas análisis prueban que el agua oxigenada es un bióxido de hidrógeno, y por consiguiente formado de 2 átomos de hidrógeno y de 2 átomos de oxígeno, cuya fórmula es $H^2 O^2$ ó H O.

Preparacion.—Para preparar el agua oxigenada, se procura el bióxido de bario y se muele con un poco de agua hasta for-

mar una pasta; por otra parte se hace una mezcla de ácido clorhídrico y de cierta cantidad de agua, y se coloca en una campana rodeada de hielo. En este estado se añade en el ácido el bióxido de bario que se disuelve en él sin efervescencia, sobre todo teniendo cuidado de agitarle. El ácido clorhídrico reduce el bióxido al estado de protóxido, para combinarse con él; al mismo tiempo se desprende el oxígeno que se une al agua, de suerte que la disolucion está formada de cloruro de bario, de bióxido de hidrógeno y de agua. A esta disolucion se añade gota á gota ácido sulfúrico; este se apodera de la barita y la precipita en el estado de sulfato, al mismo tiempo que el ácido clorhídrico queda libre. Se separa el precipitado por la filtracion, y se vuelve á añadir, como se dijo antes, el bióxido de bario reducido á pasta y el ácido sulfúrico, que separando la barita y dejando libre el ácido clorhídrico, permite que se repita bastante número de veces esta manipulacion para cargar el agua de una gran cantidad de oxígeno. Llegado este punto, como el óxido de bario ha abandonado copos de sílice, alúmina, óxidos de hierro y de manganeso, se filtra por una tela para separarlos. Se trata despues el líquido por el sulfato de plata; se forma un cloruro insoluble, y el ácido sulfúrico queda libre; se separa en seguida este ácido por la barita bien pura, y no hay ya mas que concentrar el líquido por medio de la máquina neumática y del ácido sulfúrico.

Usos.—El agua oxigenada se puede emplear al esterior como un escitante muy enérgico. Se ha indicado para restaurar los dibujos viejos ennegrecidos por el ácido sulfhídrico: en este caso, el sulfuro negro de plomo que se ha formado, pasa al estado de sulfato blanco.

Acido borico.—(*Acido borácico; sal sedativa de Homberg.*)—Es sólido, blanco, inodoro, y enrojece débilmente la tintura de tornasol. Su peso específico = 1,803. Sometido á una temperatura elevada, se funde y da lugar á un vidrio incoloro y trasparente. Pierde al mismo tiempo su agua de combinacion. El aire y el oxígeno no le alteran. El agua á 100° no disuelve mas que la 35ª parte de su peso. Aunque el ácido bórico es uno de los ácidos mas fijos, se volatiliza sin embargo en el agua hirviendo; pero en este caso es el vapor del agua el que determina su volatilizacion. Ha sido descubierto por Homberg.

Composicion.—Está formado de 1 átomo de boro y de 3 átomos de oxígeno; ó $B\,O^3$. Existe libre en muchos lagos de Toscana, y en estado de combinacion con la sosa en algunos lagos de la India.

Preparacion.—Para obtenerle se hace disolver en caliente el borato de sosa, y mientras la disolucion tiene aun una temperatura elevada, se vierte sobre ella ácido sulfúrico. Este ácido se apodera de la sosa, forma sulfato de sosa y deja en libertad el ácido bórico, el cual cristaliza por el enfriamiento del líquido.

Carácter esencial.—Este ácido se reconoce en que disuelto en el alcohol, comunica á la llama un color verde.

Usos.—Se sirven de él en las artes para analizar las piedras preciosas, y en medicina, como calmante y antiespasmódico.

COMBINACIONES DEL CARBONO Y DEL OXIGENO.—El oxígeno se une al carbono para formar seis compuestos, á saber: el *óxido de carbono*, C O; el *ácido carbónico*, C O^2; el *ácido oxálico*, $C^2 O^3$; el *ácido crocónico*, $C^5 O^4$; el *ácido rodizónico*, $C^7 O^7$, y el *ácido melítico*, $C^4 O^3$. Solo trataremos aquí de las dos primeras combinaciones.

Los ácidos rodizónico y crocónico resultan de la reaccion, mediante el auxilio de una elevada temperatura, del óxido de carbono sobre el potasio. Se forman constantemente estos compuestos en la preparacion del potasio por el procedimiento de Brunner. Reciben sus nombres del color de sus sales; los rodizonatos son rojos, y los croconatos son amarillos. El ácido melítico existe en el melitato de alúmina (melito, piedra-miel) que se encuentra en los depósitos de lignitos.

OXIDO DE CARBONO—*Historia.*—Estando Priestley calcinando el óxido de zinc con el carbono obtuvo un gas inflamable; desde luego creyó que este gas era hidrógeno carbonado; pero Cruickshank y Clement Desormes demostraron que estaba formado de carbono y oxígeno.

Preparacion.—El gas óxido de carbono se produce siempre que se pone en contacto á una temperatura elevada un esceso de carbono con el oxígeno, ó con ácido carbónico, ó con cuerpos que cedan difícilmente el oxigeno ó el ácido carbónico que contienen. Pero el procedimiento que le presenta mas puro está fundado en la propiedad que tiene el ácido sulfúrico de descomponer el ácido oxálico en volúmenes iguales de gas óxido de carbono y de gas ácido carbónico. Se hace una mezcla de una parte de bioxalato de potasa (sal de acederas) y de cinco partes de ácido sulfúrico concentrado; se introduce esta mezcla en una retorta, se calienta poco á poco, se hace pasar el gas sobre un esceso de potasa cáustica, que absorbe el ácido carbónico, y se recibe el gas óxido de carbono bajo campanas colocadas sobre una cuba de agua.

Propiedades.—El óxido de carbono es un gas sin color ni olor; su densidad es de 0,96783; y estingue los cuerpos en combustion. Puesto á una temperatura roja en contacto con el gas oxígeno, se combina con $\frac{1}{2}$ volúmen de este gas; produce desprendimiento de calórico y de luz, y da lugar á un volúmen igual al suyo de ácido carbónico. El agua no disuelve una cantidad notable de óxido de carbono. Fórmula: C O.

El cloro y el óxido de carbono espuestos al sol en cantidades iguales se contraen por mitad y forman una nueva combinacion. Este producto, al cual John Davy habia distinguido con el nombre de *fosgeno*, ha sido despues estudiado por los químicos franceses bajo la denominacion de gas *ácido cloroxicarbónico*. Es incoloro y de un olor parecido al del cloruro de ázoe,

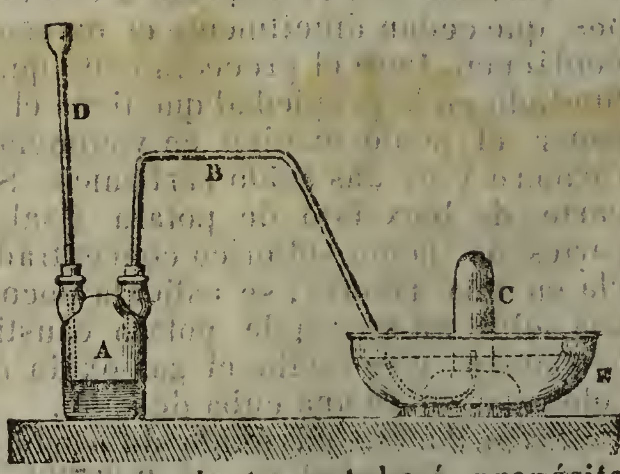
enrojece la tintura de tornasol, y estingue los cuerpos en combustion.

ACIDO CARBONICO.—*Historia.*—Vanhelmont reconoció que las piedras calcáreas dejaban algunas veces desprender un aire, al cual llamó gas. Hales demostró que este aire era una de las partes constituyentes de estas piedras. Blak vió que la cal y los álcalis podian absorberle. Priestley estudió con cuidado sus propiedades; pero estaba reservado al genio de Lavoisier hacer conocer exactamente la naturaleza y composicion de este cuerpo.

Estado natural.—El ácido carbónico existe en estado de gas: 1.º en el aire atmosférico y en el estado de pureza en muchas grutas, de las cuales la mas conocida es la del Perro, situada cerca de Pouzzoles en Italia, que contiene ordinariamente de 5 á 6 decímetros de gas ácido carbónico, de suerte que un hombre puede descender á ella sin peligro, y un perro es asfixiado; 2.º disuelto en el agua en muchas aguas medicinales, siendo las mas conocidas las de Seltz; y 3.º en combinacion, en estado de carbonato unido con muchos óxidos. Por último, se forma constantemente por la combustion del carbon y por la respiracion.

Preparacion.—La creta y los mármoles son carbonatos de cal mas ó menos puros; puestos en contacto con los ácidos fuertes, desalojan el ácido carbónico que se puede recoger fácilmente. Para prepararle se toman fragmentos de mármol blanco y se introducen en un frasco de dos tubuluras (fig. 28). A una tubulura se adapta un tubo, que comunica con un frasco de Wolf, el cual contiene un poco de agua ligeramente alcalina; á este frasco se adapta un tubo á propósito para recoger el gas sobre una cubeta de agua ó de mercurio. A la otra tubulura se adapta un tubo terminado en embudo; se introduce por él ácido hidroclórico, en cantidad suficiente para descomponer el carbonato de cal, y la operacion marcha por si á la temperatura ordinaria.

Fig. 28.



Propiedades.—El ácido carbónico es un gas incoloro, su sabor un poco agrio, y su color lijeramente picante; enrojece la tintura de tornasol, estingue los cuerpos en combustion; y no solamente es impropio para la respiracion, sino que asfixia los animales que le respiran. Su densidad es de 1,5245; su peso, mayor que el del aire, permite trasvasarle como un liquido: á—20º no cambia de estado; mas si se aumenta la presion se licua.

Acido carbónico y agua.— A la temperatura ordinaria, di-

suelve el agua casi $1\frac{1}{2}$ veces su volúmen de gas; pero aumentando la presion y disminuyendo la temperatura, se hacen disolver con facilidad hasta seis volúmenes. Con este fin se emplean aparatos de compresion.

Usos.—El agua cargada de cinco veces su volúmen de gas ácido carbonico constituye el agua gaseosa, que sirve de base al agua de Seltz artificial, que en el dia tiene un uso muy frecuente. Las plantas absorben el carbono que les es necesario, descomponiendo el gas ácido carbónico.

Composicion.—Doebereiner ha citado como esperiencia fácil de hacer en un curso la manera siguiente de poner en evidencia la composicion del ácido carbónico. Se introduce en el fondo de un tubo cerrado por uno de sus estremos una mezcla de carbonato de cal con un poco de sodio, y se calienta á la lámpara de espíritu de vino. El sodio se quema con desprendimiento de luz, pero sin esplosion, á espensas del oxígeno del ácido carbónico. Despues del enfriamiento se añade un poco de agua que produce un pequeño desprendimiento de hidrógeno, y se disuelve la cal en un poco de ácido clorhídrico, el cual deja un residuo de carbon, que se recoge sobre un filtro.

El gas ácido carbónico contiene un volúmen igual al suyo de gas oxígeno. Hé aquí la fórmula que representa su composicion: CO^2, y que corresponde á 200 de oxígeno y á 75 de carbono. Se obtiene este resultado haciendo quemar el carbono puro ó grafito, ó mejor el diamante, con una cantidad conocida de gas oxígeno.

Voy á referir circunstanciadamente las esperiencias de Dumas y Stass, las cuales han establecido de una manera rigurosa la composicion del gas ácido carbónico. Los jóvenes alumnos observarán cuantas y cuán minuciosas precauciones son indispensables para llegar á un resultado correcto: ningun esperimento ha sido conducido en química con mas exactitud que el de que nos vamos á ocupar.

«Decididos á hacer el esperimento, acordamos emplear el oxígeno gaseoso, facilitándole el paso por un tubo de porcelana donde la materia carbonosa ha sido calentada hasta la incasdescencia.

»Las disposiciones han estado tan bien tomadas que no solamente han concordado perfectamente todas las esperiencias ejecutadas sobre el grafito como estudios preliminares, sino que además hemos tenido la estrema satisfaccion de conseguir sin el menor accidente las cinco combustiones del diamante que se han ejecutado.

»Estando los aparatos en esta disposicion, el carbon se ha introducido en un tubo de porcelana, al través del cual se puede dirigir á voluntad una corriente de oxígeno seco y puro. Saliendo del aparato el gas, atraviesa condensadores que retienen el ácido carbónico, y que dejan pasar el esceso de oxígeno. Para este fin eran indispensables algunas precauciones, y estas han sido objeto de un largo y minucioso exámen.

»Era necesario que el oxígeno estuviese enteramente despojado de ácido carbónico. A este efecto se recogia en una lechada de cal, y se hacia llegar al mismo aparato, quitándosele con ayuda del agua de cal instilada gota á gota.

»Además el gas atravesaba un tubo de 1 metro de largo y de 3 centímetros de diámetro, lleno de piedra pómez en gruesos fragmentos embebidos en potasa cáustica líquida.

»Para privar el gas de agua se le hacia pasar sobre fragmentos de potasa sólida; despues sobre fragmentos de cristal, impregnados de ácido sulfúrico; y en fin, por un tubo de algunos centímetros de largo, lleno de piedra pómez en granos humedecidos de ácido sulfúrico hervido.

»Tomadas estas precauciones se ha podido hacer pasar durante 15 horas una muy rápida corriente de gas al través del aparato, sin que los tubos que se habian añadido y que eran propios para absorber el ácido carbónico ó el agua, hayan esperimentado la menor alteracion de peso que fuese apreciable en una balanza sensible á un miligramo.

»Estábamos por consiguiente bien seguros de encontrar los mas lijeros indicios de agua que hubieran podido formarse, á espensas del hidrógeno perteneciente á las materias carbonosas que nos proponíamos quemar.

»Faltaba asegurarnos que podríamos recoger sin pérdida la totalidad del ácido carbónico que se iba á formar. Algunos ensayos nos han probado de la manera mas evidente que su condensacion podria ser completa. En efecto, añadiendo al tubo donde se efectua la combustion un condensador lleno de potasa líquida concentrada, se recoge la mayor parte del ácido carbónico; es decir, los $\frac{99}{100}$ poco mas ó menos. La pequeña porcion que sale, es la mas difícil de recoger, á causa de que está mezclada con una gran cantidad de oxígeno que impide su absorcion. Sin embargo, nos ha sido fácil convencernos de que haciendo pasar el gas sucesivamente por cinco tubos en forma de U, de 30 á 40 centímetros de largo, llenos de piedra pómez humedecida de potasa líquida, los tres últimos no cambian de peso mientras dura la esperiencia.

»El ácido carbónico que ha salido por el condensador lleno de potasa líquida, se retiene casi enteramente en el primer tubo en U: el segundo no escede de algunos miligramos.

»Cuando el gas sale del tubo de porcelana que ha servido para quemar el carbon, basta hacerle pasar por un tubo que contenga piedra pómez humedecida con ácido sulfúrico, para retener toda el agua que se haya formado.

»Respecto al ácido carbónico, es suficiente para retenerle enteramente un condensador lleno de potasa líquida, dos tubos en U llenos de pómez alcalina y un tubo en U, lleno de ácido sulfúrico destinado á retener el agua que el gas pudiera quitar á la potasa.

»Fijados estos preliminares, vamos á ocuparnos de la combustion.

»Para evitar toda produccion de óxido de carbono hemos añadido otra precaucion á las ya mencionadas. En la parte libre del tubo de porcelana, por donde el gas debia pasar despues de la combustion del grafito, hemos colocado limaduras de cobre; calentando despues el tubo hasta el rojo, hemos dirigido durante seis horas una corriente de aire, al cual hemos hecho suceder una corriente de oxígeno durante el mismo tiempo. La oxidacion del cobre se ha verificado completamente mediante este procedimiento. Y por último, hemos procedido á las combustiones con la conviccion de que los menores restos de óxido de carbono se convertirian en ácido carbónico por su paso al través de esta esponja de óxido de cobre incandescente.

»Aun hemos hecho mas. Cuando se ha tratado de quemar el diamante hemos dirigido los gases que salian del tubo de porcelana, al través de un largo tubo de cristal fuerte, lleno de óxido de cobre calentado al rojo.

»Tomadas estas precauciones, si se hacen pasar 15 ó 20 litros de oxígeno en el aparato estando los tubos incandescentes, pero sin colocar en el tubo de porcelana ni diamante ni grafito, no se obtiene en los condensadores el menor vestigio de agua ó de gas carbónico.

»Debe tenerse muy en cuenta que despues de haber hecho circular así el oxígeno en el aparato, es necesario hacer circular el aire con las mismas precauciones. Permaneciendo los tubos llenos de oxígeno y estando sus líquidos saturados de él, habrán adquirido por el paso del aire un esceso de peso que pierden despues para volver á su peso primitivo. Esta precaucion ha sido tomada en todas las esperiencias.

»Dispuesto asi el aparato y esperimentado en los indicados términos, se abre una de las estremidades del tubo de porcelana; se coloca en él la materia que se ha de quemar, se cierra y se empieza el esperimento.

»Enrojecido el grafito natural de Ceilan, sobre el cual hemos operado, arde con brillo. El oxígeno que pasa, se convierte casi en su totalidad en ácido carbónico; en tanto que resta aun grafito sin quemarse.

»No sucede lo mismo con el grafito artificial: su combustion es muy difícil, y durante toda la esperiencia pasa una mezcla de oxígeno y de ácido carbónico, en la cual abunda el oxígeno libre. Por otra parte estas dos variedades de grafito dan los mismos resultados.

»Desde luego no encierran, ni el uno ni el otro, ningun resto apreciable de hidrógeno. Ha sucedido muchas veces que los tubos destinados á condensár el agua no han variado de peso, y algunas veces habian aumentado 1 miligramo.

»El grafito natural ó artificial no contiene cantidad alguna de hidrógeno.

»En cuanto al carbono, vamos á hacer comprender por me-

dio de un ejemplo, cuán grande es el error que teniamos que corregir.

»En una esperiencia en que se ha quemado 1471 de grafito artificial, se ha recogido 5395 de ácido carbónico. Si despues se calcula, segun Berzelius, qué cantidad de carbono representa este ácido carbónico, se encuentra 1491: es necesario pues admitir que nos hemos engañado en 20 milígramos, pesando el grafito con una balanza que aprecia una cuarta parte de milígramo. Si se busca por otra parte, cuánto ácido carbónico suministran, segun Berzelius, los 1471 de grafito, se encuentran 5315; es decir, 80 milígramos menos que lo que hemos obtenido. No es, pues, imposible admitir un error sobre este peso que escede de 1 ó 2 milígramos.

»Segun nuestros esperimentos relativamente á la combustion del grafito tanto natural como artificial, 800 partes de oxígeno se combinan con 300 de carbono para formar 1100 de ácido carbónico. Son de consiguiente 8 de oxígeno para 3 de carbono.

»Si quisiésemos seguir el uso establecido podríamos asegurar tomando el término medio de nuevas esperiencias que hemos hecho sobre la combustion del grafito, que la proporcion exacta no es de 8 á 3, sino mas bien de 800 á 299, 93.

»Hemos visto ya de donde procede que la proporcion entre el oxígeno y el carbono es realmente de 8 á 3. No se obtiene sin embargo esta proporcion de una manera absoluta por medio del grafito, lo cual consiste en que este es muy difícil de pesar de una manera exacta. Si se pesa caliente, no encierra aire; pero la balanza se inclina por las corrientes de aire que escita la materia. Si se pesa frio, retiene 2 ó 3 milígramos de aire ó de humedad. Hemos buscado todos los procedimientos capaces de eludir esta dificultad, sin estar plenamente satisfechos de sus resultados. Como el diamante no es poroso nos ha permitido emplearle en nuestras esperiencias; y en los resultados hemos obtenido una seguridad infinitamente mas exacta, que la procedente de los esperimentos hechos con el grafito. Además, en cinco combustiones del diamante, hay tres que dan la proporcion esperimental de 8000 á 3000 para el oxígeno y el carbono. Las otras dos apenas se separan de este peso.

»La primera vez que quemamos el diamante le hicimos pesar por una persona estraña á nuestras esperiencias; nosotros ignorábamos su peso. Habiamos operado sobre pedazos de diamante, tanto para ensayar los aparatos, como para hacer un esperimento. Concluida la combustion encontramos 2598 de ácido carbónico, y deducimos de esto que el diamante quemado pesaba 708 milígramos. Hecha por nosotros esta manifestacion, quedó sorprendida la persona que habia pesado el diamante, porque habia encontrado un peso de 717 milígramos. Le anunciamos al mismo tiempo que encontraria 9 milígramos de residuo en la balanza, y esta contenia en efecto 9 milígramos de topacios del Brasil.

»Para evitar estas mezclas accidentales que hemos siempre operado sobre cristales voluminosos y perfectamente reconocidos como diamantes por Halphen, no se ha presentado ya este incidente.

»Pero en nuestra primera esperiencia quedamos sorprendidos de la estrema facilidad con que se quemaba el diamante : este se mostraba mas combustible que el grafito artificial. Nosotros juzgamos que esto podia depender de la division de los pedazos empleados, pero estábamos engañados.

»Quemando cuatro ó cinco gruesos cristales, la formacion de ácido carbónico es tan rápida, que todo el oxígeno se convierte en ácido carbónico.

»En las mismas circunstancias el grafito artificial dejaria pasar sin quemarle, al menos la tercera parte del oxígeno.

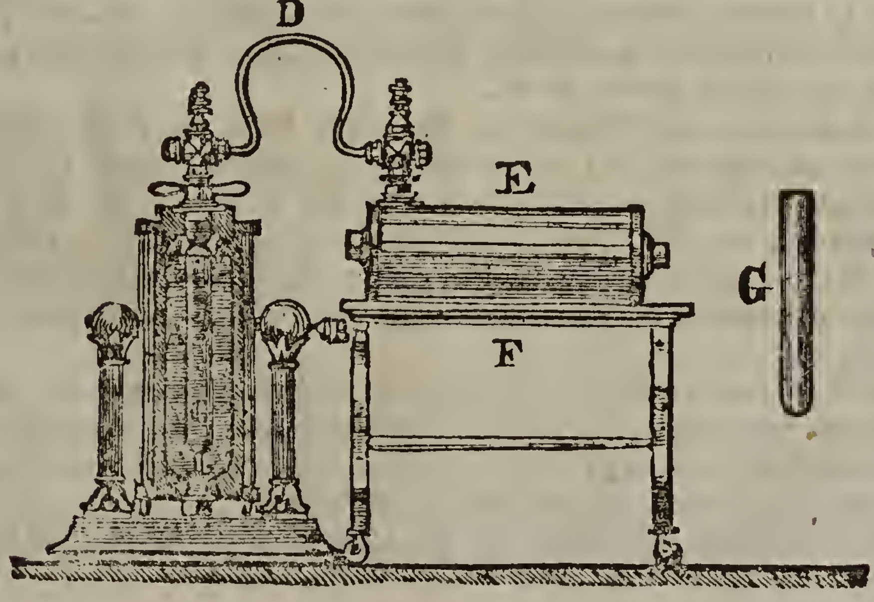
»Esta fácil combustibilidad del diamante nos ha preocupado en sumo grado. El grafito artificial á quien nosotros le comparamos, habia, es verdad, sufrido el calor de un alto hornillo, pero nadie habria adivinado que debiera resistir á la combustion mas que el mismo diamante.

»Esta circunstancia ha ocasionado las dudas relativas á la presencia del hidrógeno en el diamante. Algunas de nuestras esperiencias han sido dirigidas muy particularmente hácia este punto; y podemos afirmar de la manera mas formal, que la cantidad de agua que provendria de la combustion de 1500 miligramos de diamante no es apreciable en una balanza que aprecia fácilmente un miligramo. El diamante no puede pues contener $\frac{1}{12000}$ de hidrógeno.

»Por lo demás, pesando el diamante y el ácido carbónico que proviene de él, encontramos por la esperiencia que el oxígeno y el carbon se combinan en la proporcion de 8 : 3.»

Ácido carbonico liquido y solido.—El ácido carbónico ga-

Fig. 29.



seoso enfriado y comprimido puede liquidarse. Esta propiedad indicada por Faraday, ha sido demostrada por Thilorier con mucha perfeccion. Es uno de los mas hermosos esperimentos que despues de tres años habia sido repetido en los cursos públicos, pero que no se ejecuta actualmente, á causa de los peligros que le acompañan.

El aparato de Thilorier (fig. 29) para la liquidacion y la solidificacion del ácido carbónico se compone de un cilindro de fundicion A, de 0^m, 487 de altura, de 0^m 271 de ancho, y de 0^m, 054 de diámetro. Este cilindro está suspendido por en medio sobre su eje B: se coloca allí el bicarbonato de sosa que se amontona con ayuda de un cilindro de madera. Luego que el bicarbonato se ha introducido en el cilindro, se coloca el ácido sulfúrico en un tubo de cobre C y G cerrado por una de sus estremidades, y se hace entrar este tubo en el cilindro, de manera que se fije en el bicarbonato. Se cierra entonces el aparato por medio de un obturador á tornillo que está sobrepuesto con una llave de cobre, destinada á dejar libre la salida al ácido en caso de necesidad. Se hace oscilar el cilindro, suspendido como hemos dicho sobre su eje: el ácido sulfúrico contenido en el tubo se esparce sobre el bicarbonato de sosa, y la reaccion se verifica instantáneamente.

Estando cerrado el aparato herméticamente, el gas que se desprende, se comprime con estremada fuerza. Bajo esta presion se licua y aun puede pasar al estado sólido bajo la forma de nieve, luego que se le deja escapar por una pequeña abertura. El ácido carbónico producido así, se conduce cuando se quiere á un cilindro recipiente E F, por medio de un tubo D: hecho esto, se vuelve á empezar una segunda operacion de produccion de ácido que se acumula en el segundo receptáculo.

La compresion que se establece en los cilindros y que obra contra sus paredes, es de 75 atmósferas al principio de la esperiencia, y aumenta 2 atmósferas por cada grado de temperatura. La presion total que se establece en el aparato, se puede evaluar en 150 atmósferas. Si se deja salir este ácido liquido, adquiere en el acto la forma gaseosa, á espensas del calórico de una porcion de ácido carbónico, y absorbe tanto calórico, que siempre se solidifica una gran parte de él.

Este ácido solidificado se presenta bajo la forma de copos blancos, que conservan este estado por largo tiempo. La temperatura que produce la solidificacion del ácido carbónico puede ser evaluada en 100° bajo 0°. El ácido sólido posee la propiedad de congelar prontamente el mercurio. El potasio le descompone con efervescencia; el hierro, el zinc y el estaño no tienen accion sobre él.

Hervy, jóven químico de muy grandes esperanzas, pereció víctima de una esplosion de este aparato que hasta entonces se habia empleado en los cursos públicos, para hacer la esperiencia de la solidificacion del ácido carbónico.

Ácido silícico.—*Sílice.*—Bergmann es el primero que ha exa-

minado las propiedades de la silice. Esta sustancia forma la base de un gran número de minerales; tales son el cristal de roca que es donde existe en estado de pureza, las piedras de chispa, el asperon ó piedra arenisca, la arena, el agata, el ópalo, etc. Cuando se quiere obtener pura se recibe en el agua el fluorido silicico (fluoruro de silicio): este gas se disuelve en ella descomponiéndose; hay formacion de ácido hidrofluórico y precipitacion de sílice, que basta calcinarla á una temperatura roja. El ácido silícico es blanco, pulverulento, insoluble en el agua y en los ácidos; su peso específico es de 2,66. Infusible en nuestros hornillos, no se funde sino á una lámpara alimentada por el oxígeno.

De las combinaciones del fosforo y del oxigeno.—Se conocen cinco combinaciones del fósforo con el oxígeno, que son: el óxido de *fósforo*, el ácido *hipofosforoso*, el ácido *fosforoso*, el ácido *fosfático* y el ácido *fosfórico*.

Oxido de fosforo.—Se creyó durante largo tiempo que existian dos óxidos de fósforo, uno blanco y otro rojo; pero Pelouze ha demostrado que el supuesto óxido blanco no era sino una combinacion de fósforo y de agua.

El óxido de fósforo es rojo, insípido, inodoro, insoluble en el agua, en el alcohol, en el éter y en los aceites; no es luminoso en la oscuridad.

Calentado en un tubo cerrado, se descompone en ácido fosfórico y en fósforo: si el tubo estuviese en contacto del aire, no se formaria mas que ácido fosfórico.

Se obtiene haciendo pasar una corriente de oxígeno al través del fósforo fundido en el agua caliente.

Acidos hipofosforoso y fosforoso.—Estos dos ácidos tienen por caracteres comunes ser descomponibles por el calor, dando lugar á la formacion de hidrógeno fosforado, á la del fósforo y á la del ácido fosfórico. En este caso, el agua se descompone, su oxígeno obra sobre el ácido que abandonando el fósforo, pasa al estado de ácido fosfórico; al mismo tiempo una parte del fósforo se volatiliza, mientras que la otra forma el hidrógeno fosforado por su combinacion con el hidrógeno del agua.

El *ácido hipofosforoso* es líquido, incristalizable, muy sápido; las sales que forma son todas muy solubles.

Está formado de cuatro átomos de fósforo y de tres átomos de oxígeno $=P^4\ O^3$.

Se obtiene tratando por el agua el fosfuro de bario: el agua se descompone, el hidrógeno se une á una parte del fósforo, de donde resulta el hidrógeno sesquifosforado, mientras que el oxígeno se combina con una parte del fósforo para formar el ácido hipofosforoso, que se combina con la barita. En seguida se disuelve el hipofosfito de barita, y se descompone por el ácido sulfúrico: este se apodera de la barita y deja libre el ácido fosforoso en disolucion; se filtra el líquido y se concentra en el vacío.

El *ácido fosforoso* es sólido, cristalizado, blanco, inodoro y muy sápido; forma con las bases sales que son en general menos solubles que los hipofosfitos, y aun algunas carecen de esta

propiedad. Está formado de dos átomos de fósforo y de tres átomos de oxígeno$=P^2 O^3$.

Se obtiene tratando por el agua el protocloruro de fósforo: el hidrógeno del agua se combina con el cloro y forma ácido clorhídrico, y su oxígeno se une al fósforo para constituir el ácido fosforoso: evaporando el liquido convenientemente, el ácido clorhídrico se desprende y el ácido fosforoso cristaliza.

ACIDO HIPOFOSFORICO Ó FOSFATICO.—Segun Dulong parece ser un compuesto de ácido fosforoso y del fosfórico en la proporcion de un átomo del primero y dos átomos del segundo, cuya fórmula es $P^6 O^6$. Lo que hay de cierto es que este ácido combinado con las bases da lugar á la formacion de fosfatos y fosfitos.

Este ácido es siempre liquido, viscoso, incoloro, muy sápido, de un color débil de fósforo y de una densidad mas grande que la del agua. Espuesto al calor se descompone de la misma manera que los dos ácidos precedentes. El agua le disuelve en todas proporciones.

Este ácido es siempre un producto del arte. Para obtenerle se disponen muchos tubos de cristal en un embudo que descansa sobre un frasco. En cada tubo se coloca un fragmento de fósforo y se recubre el todo con una campana agujereada para dar acceso al aire. Poco á poco se quema el fósforo y forma el ácido fosfático; este en razon de un poco de humedad que debe contener el aire, corre por el embudo y va á parar al frasco.

ACIDO FOSFORICO.—Este es el mas importante de los ácidos del fósforo; fue descubierto por Margraff y examinado por muchos químicos, pero sobre todo, por Berzelius, Dulong, Gay-Lussac y Graham.

Este ácido es sólido, muy ácido, inodoro, incoloro, enrojece fuertemente la tintura de tornasol, de un peso específico mayor que el del agua, y puede cristalizar aunque dificilmente. Espuesto á un calor rojo se funde y da lugar á un vidrio trasparente; á una temperatura muy elevada, se evapora: espuesto á la accion de la pila, se descompone en fósforo y en oxígeno. El aire y el oxígeno no tienen accion sobre el ácido fosfórico, sino es cuando estan húmedos; en este caso el ácido absorbe su humedad. Entre los metalóides no se conoce bien mas que la accion del carbono; este á una temperatura elevada descompone el ácido fosfórico en fósforo y en oxígeno, el que combinado al carbon, constituye el ácido carbónico ó el óxido de carbono.

El agua disuelve fácilmente el ácido fosfórico: esta disolucion se llama *ácido fosfórico liquido*. El alcohol le disuelve igualmente.

La composicion del ácido fosfórico ha sido largo tiempo objeto de contestaciones. Los mas hábiles químicos no podian ponerse de acuerdo, ya cuando se trataba de esplicar su composicion, ya cuando la cuestion tendia á esplicar las razones, en virtud de las que tal ó cual circunstancia determinaba en él

propiedades nuevas. En efecto, el ácido fosfórico unas veces precipitaba el nitrato de plata en amarillo, y otras en blanco. Mas para esplicar la causa desconocida de este fenómeno se creó la palabra *isomería*, y se decia que estos ácidos eran *isómeros*; es decir, que poseian la misma composicion atómica, no obstante que ellos presentaban propiedades diferentes.

Respecto de este ácido emprendieron trabajos muy notables Stromeyer, Clark, Enghellart y Gay-Lussac: el resultado de sus importantes investigaciones fue que se distinguian dos ácidos fosfóricos; que el uno poseia una capacidad de saturacion mas grande que el otro, y la propiedad de precipitar en amarillo el nitrato de plata: este es propiamente el ácido fosfórico. El otro de una capacidad de saturacion menor y que precipita la sal de plata en blanco, se le ha dado el nombre de ácido parafosfórico. Los conocimientos respecto de las dos sustancias se hallaban en tal estado cuando Graham en una gran memoria presentó esta cuestion bajo un nuevo aspecto y dió á conocer cuatro modificaciones del ácido fosfórico, demostrando al mismo tiempo que las modificaciones eran producidas por la presencia de una cantidad mas ó menos grande de agua ó de base.

Segun Graham, cuando se quema el fósforo en el oxígeno seco, se obtiene el ácido fosfórico anhidro $P^2\ O^5$. Este ácido disuelto en el agua, se hidrata inmediatamente y forma un compuesto que contiene un átomo de agua $= P^2\ O^5 + H^2\ O$. Este ácido posee la propiedad de precipitar la albúmina en tan pequeña cantidad, que es un escelente reactivo para declarar la presencia de este cuerpo. Si se abandona la disolucion al cabo de algun tiempo, el ácido ha absorbido tres átomos de agua, y ha venido á ser $= P^2\ O^5 + H^6\ O^3$. El ácido fosfórico ordinario, en vez de precipitar la albúmina, la disuelve cuando está coagulada. Este ácido ó sus sales precipitan el nitrato de plata en amarillo. En fin, Graham ha descubierto otro ácido que no precipita la albúmina, pero sí el nitrato de plata en blanco; este ácido está representado por $P^2\ O^5 + H^4\ O^2$.

Ahora, cuando se calienta á una temperatura roja el ácido $P^2\ O^5 + H^6\ O^3$, pierde un átomo de agua, y queda reducido al $P^2\ O^5 + H^4\ O^2$. Si se calienta con dos átomos de base, el agua se desprende. Cuando en lugar de dos átomos de base no se calienta mas que con uno, pierde entonces toda su agua, se combina con la base, y constituye entonces el ácido $P^2\ O^5 + H^2\ O$.

Se ve, segun lo que acabamos de decir, que existen cuatro modificaciones del ácido fosfórico, y que difieren unas de otras por la proporcion de agua que contienen.

Preparacion.—Para obtener el ácido fosfórico anhidro, que ha sido empleado en estos últimos tiempos para quitar el agua á las materias orgánicas, debe seguirse el método indicado por Marchand. Se coloca un crisol de porcelana en el fondo de una gran cápsula, tambien de la misma materia; sobre este crisol se pone una pequeña cápsula de porcelana, ó solamente la

tapa del crisol con algunos pedazos de fósforo puro y seco. Hecho esto, se cubre el crisol con una gran campana de cristal tubulada, cuyo tapon da paso á dos tubos abiertos, el uno de ellos de gran calibre, y el otro de un calibre menor. Se enciende el fósforo por medio de un hilo de hierro enrojecido que se introduce en el tubo derecho, y que se retira al instante. Cuando el fósforo ha concluido de quemarse, se añaden nuevos pedazos de fósforo por el tubo derecho, y se inflaman inmediatamente ellos mismos. Si la campana se calienta demasiado, es necesario enfriarla antes de introducir nueva cantidad de fósforo; sin esta precaucion podria romperse con la mayor facilidad. De esta manera se pueden quemar en un tiempo muy corto 125 gramos de fósforo, y sacar de ellos 250 gramos de ácido fosfórico anhidro. Despues de la operacion se desprende el ácido de la campana por medio de una cuchara, y se introduce rápidamente en un vaso que se puede cerrar herméticamente. Esta esperiencia es muy á propósito para demostrarla en las cátedras.

Si se pone el ácido fosfórico anhidro en contacto del agua, se trasforma en ácido fosfórico trihidratado.

Generalmente se obtiene este ácido tratando el fósforo por el ácido nítrico; el oxígeno de este ácido acidifica el fósforo mientras que se desprende ázoe y bióxido de ázoe. Schonbein ha visto que al principio se formaba el ácido fosforoso y que se desprendia hidrógeno fosforado. Se puede obtener tambien descomponiendo por el fuego el fosfato de amoniaco, en cuyo caso es el ácido fosfórico anhidro el que se obtiene; pero bien pronto el agua le trasforma en ácido fosfórico ordinario. En fin, puede prepararse descomponiendo el fosfato de barita por el ácido sulfúrico.

Este ácido tiene poco uso: se emplea solamente en las análisis de las piedras preciosas, y en medicina para hacer limonadas.

De las combinaciones del oxigeno con el azufre.—Las combinaciones del azufre y del oxígeno son seis, á saber: los ácidos hiposulfuroso, sulfuroso, hiposulfúrico, hiposulfúrico sulfurado, hiposulfúrico bisulfurado y sulfúrico.

Acido hiposulfuroso.—No existe sino combinado con las bases; cuando se le quiere obtener se descompone en azufre y en ácido sulfuroso.

Está formado de un átomo de azufre y un átomo de oxígeno $= S\ O$.

Acido sulfuroso.—*Historia.*—Este ácido ha debido ser uno de los primeros que se conocieron, pues que se forma siempre que el azufre se quema al aire, y que entonces afecta vivamente nuestros órganos. Sin embargo, hasta mediados del siglo XVII no fue distinguido por Stalh como un compuesto separado; pero Lavoisier fue el que en 1777 quemando el azufre en el gas oxígeno nos hizo conocer exactamente su naturaleza.

Propiedades.—Es un gas invisible de un sabor fuerte y desagradable; de un olor picante *sui generis*, que escita la tos, com-

prime el pecho y sofoca á los animales que le respiran. Enrojece al principio la tintura de tornasol y despues la amarilla. Su peso específico = 2,234. El mas fuerte calor no le descompone: el frio le liquida fácilmente, para lo cual basta el frio producido por una mezcla de dos partes de nieve y una de sal comun; en este caso es incoloro, trasparente, muy volátil y hierve á 10°. Cuando se volatiliza produce un frio tan intenso que puede solidificar el mercurio, liquidar el cloro, el amoníaco y el cianógeno; y aun este concluye por solidificarse. El oxígeno no tiene accion sobre él ni en frio ni en caliente.

El hidrógeno y el carbono descomponen este ácido á una temperatura elevada: en el primer caso resulta agua y azufre, y además hidrógeno sulfurado, si el hidrógeno está en esceso; en el segundo hay precipitacion de azufre y formacion de ácido carbónico ó de óxido de carbono, y acaso un poco de sulfuro de carbono. El cloro líquido le trasforma en ácido sulfúrico, porque apoderándose del hidrógeno del agua, el oxígeno de esta se combina con el ácido sulfuroso.

El agua disuelve 37 veces su volúmen de gas sulfuroso, á la temperatura de 20°, y á la presion de $0^m, 76$. Larive ha observado que el agua podia formar un hidrato cristalino, en el cual entra el agua por cuatro veces el peso del ácido sulfuroso. La disolucion constituye *ácido sulfuroso líquido*. El ácido sulfuroso descompone repentinamente el ácido sulfhídrico, resultando de esto agua y azufre que se deposita.

El potasio y el sodio descomponen este gas en frio; la accion en este caso se verifica con lentitud; pero por una lijera elevacion de temperatura, la descomposicion se hace mucho mas viva. Algunos otros metales indudablemente deben tambien descomponerle en caliente.

El ácido sulfuroso está formado de un átomo de azufre y dos átomos de oxígeno $= S\,O^2$.

Estado natural.—Preparacion.—Este ácido solo se encuentra al rededor de los volcanes. Para obtenerle se trata en caliente el ácido sulfúrico por el mercurio; el ácido sulfúrico se descompone en parte: el oxígeno de la parte descompuesta forma con el mercurio un óxido, el cual se combina con la porcion de ácido no descompuesta y produce el sulfato de mercurio, y ácido sulfuroso que se desprende. Este ácido es el que se produce cuando se quema el azufre al aire. Se emplea para decolorar los tejidos, blanquear la seda, la lana, etc.: en medicina se usa para las fumigaciones y para el tratamiento de las enfermedades de la piel.

Cadet de Vaux ha demostrado que el gas sulfuroso es muy útil para apagar los incendios de las chimeneas cuando se emplea al principio y el fuego no es muy violento. Mas para obtener por este medio todo el efecto que se desea, es necesario arrojar en el hogar de la chimenea y sobre carbones encendidos una gran porcion de flor de azufre, y en seguida tapar lo mas herméticamente posible todos los parajes, al través de los

cuales pueda pasar el aire, para lo cual se puede hacer uso de paños mojados. El azufre no obra con eficacia hasta tanto que quemándose produce torrentes de ácido sulfuroso, cuyo gas es muy impropio para sostener la combustion. Se debe, pues, concentrar lo mas posible este gas en el foco mismo del incendio, á fin de que le estinga instantáneamente. Si el gas consigue abrirse paso por las aberturas, no obrará sobre las materias inflamadas.

Acido hiposulfurico.—Fue descubierto por Gay-Lussac y Welter. Es líquido, incoloro, inodoro y susceptible de descomponerse por el calor en los ácidos sulfuroso y sulfúrico. No puede existir sin agua, porque si se concentra demasiado en el vacío, se descompone lo mismo que por el calor. Está compuesto de dos átomos de azufre y cinco de oxígeno $= S^2 O^5$.

Se obtiene haciendo pasar una corriente de ácido sulfuroso, al través del peróxido de manganeso tenido en suspension en el agua. El ácido sulfuroso se apodera de una porcion de oxígeno del peróxido, y forma ácido sulfúrico é hiposulfúrico, que se combinan al óxido reducido al primer grado de oxidacion; se descompone la sal disuelta por la barita que precipita el ácido sulfuroso y el óxido de manganeso, y forma el hiposulfato de barita soluble. Si la barita estaba en esceso se quitará por una corriente de ácido carbónico. En fin, se descompone el hiposulfato de barita por el ácido sulfúrico que se apodera de la barita y deja libre el ácido hiposulfúrico.

Acido hiposulfurico sulfurado.—(*Acido de Langlois.*)—Este ácido ha sido obtenido en estos últimos tiempos por Langlois: he aquí las circunstancias de su formacion, y sus principales caracteres. Cuando se trata el bisulfato de potasa por el azufre á un calor suave, se produce el hiposulfato sulfurado de potasa; si se espone esta sal á la accion del calor, el ácido sulfuroso se desprende, el azufre queda libre y el resto es sulfato neutro de potasa. El ácido hiposulfúrico sulfurado puede aislarse por medio del ácido perclórico; se distingue de los otros ácidos formados con el azufre y estudiados hasta aquí, por la propiedad de trasformarse bajo la influencia del calor en ácido sulfuroso, ácido sulfúrico y azufre. Está compuesto de 3 átomos de azufre y 5 átomos de oxígeno $S^3 O^5$ y puede ser tambien representado por $SO^3 + SO^2 + S$. Esta fórmula esplica su descomposicion bajo la influencia del calor.

Acido hiposulfurico bisulfurado.—(*Acido de Fordos y Gelis.*)—Este ácido ha sido obtenido por Fordos y Gelis. Para obtenerle se prepara primeramente el hiposulfato bisulfurado de barita, saturando de iodo el hiposulfito de esta base. Se separan por el alcohol el esceso de iodo y el ioduro de bario formado. El hiposulfato de barita queda bajo la forma de un polvo cristalino; para obtener el ácido hiposulfúrico no se hace mas que descomponer la sal barítica, por la cantidad de ácido sulfúrico estrictamente necesaria para precipitar toda la base, 24,67 de ácido sulfúrico á 66° para 100 gramos de sal.

El ácido hiposulfúrico bisulfurado es incoloro, inodoro y trasparente; tiene un sabor ácido muy pronunciado: si se diluye en agua, se puede hacer hervir su disolucion; pero poco á poco se concentra y luego se descompone; el azufre se deposita, el ácido sulfuroso se desprende y el líquido adquiere la propiedad de precipitar abundantemente por las sales de barita. *Composicion.* El ácido hiposulfúrico esta compuesto de 4 átomos de azufre y 5 de oxígeno $S^4 O^5$: 4 átomos de este ácido pueden ser representados por $2 SO^3 + 7 SO^2 + S^7$. Esta fórmula esplica igualmente su descomposicion bajo la influencia del calor.

ACIDO SULFURICO (*Aceite de vitriolo*). ACIDO VITRIOLICO.—Este es el mas importante de los ácidos: su descubrimiento remonta á Basilio Valentin, alquimista de Erfurt y monge de la órden de Benedictinos, nacido en 1394. Lavoisier es el que nos ha dado á conocer su naturaleza. Hasta la época en que este gran químico se ocupó de su historia, se consideraba como preexistente en el azufre y segun esta opinion estaba formado de aceite de vitriolo y flogístico. Lavoisier demostró perfectamente que el *ácido vitriólico* estaba compuesto como el ácido sulfuroso de azufre y oxígeno, pero en proporciones diferentes. El ácido sulfúrico es de todos los ácidos conocidos el que presenta mas interés al sabio y al industrial. Su energía y su bajo precio le han hecho un agente indispensable á un gran número de artes: su historia está ligada de una manera íntima á la ciencia y á la industria. Puede decirse en este punto con Dumas que si se poseyese una tabla exacta de las cantidades de ácido sulfúrico, consumidas anualmente en diversos paises, no seria difícil que esta tabla pudiera ser considerada como un indicio seguro del desarrollo de la industria general en los paises á que se referia.

Preparacion.—El ácido sulfúrico se prepara de dos maneras, y segun que se haga uso del uno ó el otro método, se obtienen dos modificaciones particulares que se conocen en el comercio con el nombre 1.° de ácido de Nordhausen, y 2.° de ácido de Francia ó de Inglaterra, ó de ácido sulfúrico hidratado.

El *ácido de Nordhausen* se prepara de la manera siguiente: se calienta el sulfato de hierro hasta que haya perdido una parte de su agua de cristalizacion y haya pasado al estado de sulfato férrico; se introduce en seguida en retortas de barro y se calienta hasta la temperatura rojo blanca. A esta temperatura el ácido abandona el óxido férrico, y se recoge en un recipiente de vidrio adaptado á la retorta. Este ácido contiene dos modificaciones: la una ácido sulfúrico y la otra ácido anhidro sulfúrico hidratado.

Acido anhidro.—Se obtiene calentando suavemente el de Nordhausen en una retorta provista de un recipiente propio y muy seco. Corre al principio el ácido acuoso, y despues un producto que enfriado á una temperatura inferior á + 18°, toma la forma de una masa de pequeños cristales incoloros, semejantes al amianto. Espuesto al aire esparce un humo espeso; á + 18° es líquido; á + 20° su densidad es de 1,97. Se volatiliza á al-

gunos grados sobre su punto de fusion. Tiene tanta afinidad al agua, que cuando se vierte en pequeña cantidad en este líquido se nota un ruido semejante al que produce la inmersion en el agua de un hierro enrojecido. El ácido de Nordhausen tiene un uso particular, para el cual no presenta la misma ventaja el ácido ordinario; esto es, para disolver el añil empleado en la preparacion del tinte sobre lana, conocido bajo el nombre de azul de Sajonia.

El ácido sulfúrico anhidro está compuesto de un átomo de azufre y de tres átomos de oxígeno $= S\,O^3$.

Acido sulfurico acuoso ó hidratado.—(*Aceite de vitriolo.*)—*Propiedades.*—Este ácido es siempre líquido, blanco, inodoro y de una consistencia oleaginosa; enrojece el tornasol muy fuertemente, y su densidad es de 1,842. Es uno de los cáusticos mas violentos; desorganiza instantáneamente las materias animales y vegetales que se ponen en contacto con él; es además uno de los mas enérgicos venenos.

Sometido á un frio de 10 á 12°, se congela y cristaliza, á menos que esté diluido en agua; porque entonces su congelacion puede tener lugar á 0°. Cuando se calienta poco á poco, se dilata, hierve y se evapora sin descomponerse. A pesar de esto, si se hace pasar su vapor al través de un tubo incandescente, se descompone como el ácido sulfúrico seco.

El oxígeno y el aire no le alteran; solamente que él se apodera de la humedad que pueden contener. Es verdad que el aire le ennegrece pasado cierto tiempo; mas esta alteracion es efecto de que el aire contiene materias orgánicas, y de que estas materias se descomponen en agua que se combina con el ácido, y en carbono que se interpone en este y le colorea.

El hidrógeno, el boro, el carbono, el azufre y el fósforo no le descomponen sino á una temperatura mas ó menos elevada; resulta siempre de esta descomposicion en los dos últimos casos, ácido sulfuroso y oxígeno que se une al metalóide. Esto mismo sucede tambien en otros casos si el metalóide no está en bastante cantidad; en el caso contrario, el ácido sulfuroso puede tambien ser descompuesto en oxígeno que se combina al metalóide, y en azufre que las mas veces puede contraer combinacion con el cuerpo descompuesto.

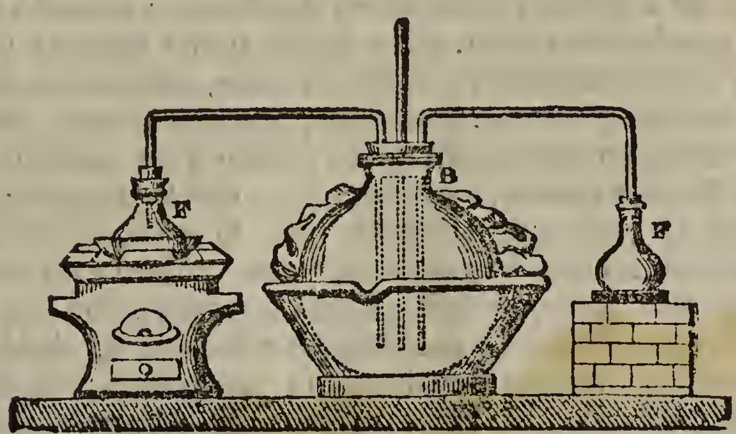
El ácido sulfúrico hidratado se combina al agua con desprendimiento de calor y disminucion de volúmen. El calor producido es tan intenso, que un termómetro sumergido en una mezcla de cuatro partes de ácido y una de agua se eleva á 105°. Si en vez de agua se emplea en las mismas proporciones nieve ó hielo, el termómetro se elevará todavía mas; pero si la mezcla se hace con las proporciones inversas, el termómetro descenderá á −17°. Cuando el ácido está diluido en agua y se calienta, abandona un esceso de agua hasta que llega á no contener mas que un átomo, y en seguida se volatiliza.

Los metales le descomponen bastante fácilmente; los unos á la temperatura ordinaria y los otros con el auxilio del calor.

De esta descomposicion resultan sulfatos y ácido sulfuroso que se desprende. El potasio, el sodio, el zinc y el manganeso son los únicos que le descomponen en frio.

El ácido sulfúrico acuoso se puede preparar en los laboratorios de la manera siguiente: se toma un balon B lleno de aire (fig. 30) y cerrado por un tapon con tres agujeros que dan paso á dos tubos encorvados y á uno derecho; este sirve para dar

Fig. 30.



paso al aire á voluntad; los otros dos comunican con dos ampollas de cristal F F: de la una se desprende deutóxido de ázoe, y de la otra gas ácido sulfuroso. Luego que estos dos gases húmedos llegan al balon, el aire cede su oxígeno al deutóxido de ázoe, y le hace pasar al estado de ácido hiponítrico. Una parte de este ácido es descompuesta por el ácido sulfuroso que se convierte en ácido sulfúrico, y que se une entonces con cierta cantidad de ácido nitroso y de agua para formar cristales blancos que se adhieren á las paredes del balon; estos cristales á su vez son descompuestos por un esceso de agua; el ácido sulfúrico se disuelve, se desprenden deutóxido de ázoe y ácido hiponítrico, y sobre estos dos cuerpos reaccionan de nuevo el aire y el ácido sulfuroso. He aquí la fórmula de los cristales: $5\ S\ O^3 + 2\ N^2\ O^3 + 4\ H^2\ O$. Estos contienen menos agua que el ácido sulfúrico hidratado.

Se ve que el azufre no puede combinarse directamente con el oxígeno sino en una proporcion tal que se forme ácido sulfuroso; pero bajo la influencia del agua, este ácido puede quitar bastante oxígeno al hiponítrico para convertirlo en ácido sulfúrico, desprendiéndose al mismo tiempo ázoe resultante de la descomposicion del ácido hiponítrico.

En las artes se reemplaza el balon por una cámara de plomo;

se hace llegar á ella el ácido sulfuroso y el óxido de ázoe que provienen de la combustion de 8 partes de azufre y 1 de nitro. La mayor parte del azufre se convierte en ácido sulfuroso á espensas del oxígeno del aire, mientras que la otra parte combinándose al oxígeno del ácido nítrico que se convierte en bióxido de ázoe, pasa al estado de ácido sulfúrico que se une á la potasa del nitro. El bióxido de ázoe y el ácido sulfuroso encuentran en la cámara aire y humedad, reaccionan el uno sobre el otro de la misma manera que en el balon, y forman cristales que se disuelven en el agua depositada en el fondo ó suelo de la cámara. Este fondo se construye siempre con alguna inclinacion para facilitar la salida del ácido sulfúrico.

Por estos medios se obtiene un líquido en lo general de una densidad de 40 á 50° del areómetro de Baumé; cuando marca los espresados grados se retira. Este ácido no es todavía puro: contiene agua, ácido sulfuroso, ácido nitroso, sulfatos de hierro, de plomo, de potasa y de cal. Para despojarle de estos cuerpos estraños, se vierte en una caldera de plomo y se calienta: en este caso los ácidos nitroso, sulfuroso y cierta porcion de agua son espelidos al principio. Cuando por la concentracion del líquido por el calor llega á marcar 50°, se calienta en retortas de barro, hasta que marque 66°. Esta concentracion se hace con mucha mas ventaja en una caldera de platino. El ácido que se obtiene es claro y de una consistencia oleaginosa, en cuyo estado se emplea en las artes. Pero para las investigaciones químicas hay que separarle aun de los sulfatos que contiene, lo cual se consigue mediante la destilacion; para efectuarlo se pone el ácido sulfúrico en una retorta de cristal con un hilo de platino, que impide los sacudimientos del ácido; se adapta á la retorta un balon de cuello largo sin tapon ni lodo y se destila con cuidado. El ácido sulfúrico hidratado está compuesto de un átomo de ácido sulfúrico anhidro y de un átomo de agua$=S\,O^3 + H^2\,O$.

Usos.—Los químicos se sirven de este ácido todos los dias; en el concepto de reactivo sirve para hacer casi todos los ácidos. Se emplea en la fabricacion de la sosa artificial y del alumbre, en la purificacion de la plata, en la sacarificacion de la fécula, y por decirlo de una vez, casi todas las operaciones de los laboratorios ó de las manufacturas reclaman directa ó indirectamente sus socorros. Algunas gotas de ácido sulfúrico y un litro de agua constituyen la limonada mineral que se emplea en medicina.

Combinaciones del selenio con el oxígeno.—Si se llena de mercurio una campana encorvada y se introducen en ella gas oxígeno y selenio, y se calienta con una lámpara de espíritu de vino, se nota que este cuerpo arde con una luz pálida, dando orígen á un gas que tiene un olor de coles podridas, incoloro, sin accion sobre la tintura de tornasol, poco soluble en el agua, pero que la comunica su olor. Este gas es el *óxido de selenio*. Se observan además cristales blancos, sin olor, de un sabor ácido, volátiles, que atraen la humedad del aire y muy solubles en el

agua; estos cristales son el *ácido selenioso* que corresponde al ácido sulfuroso.

Acido selenico.—El ácido selénico tiene mucha semejanza con el ácido sulfúrico; como él, es líquido, inodoro, incoloro y de una consistencia oleaginosa; su densidad es de 2,6. Calentado á 28° se descompone en oxígeno y en ácido selenioso, atrae la humedad del aire y retiene siempre agua.

Combinaciones del iodo con el oxigeno.—El iodo se combina con el oxígeno, y forma compuestos: sobre el nombre de estos no se está enteramente de acuerdo. Sementini admite un *óxido de iodo* y un *ácido iodoso*: este último ácido es admitido igualmente por Mitscherlich. Millon ha señalado dos nuevas combinaciones oxigenadas del iodo, las cuales se producen á consecuencia de la accion del ácido nítrico sobre el iodo, y del ácido sulfúrico sobre el ácido iódico. Estos dos ácidos, *hipoiódico* y *subhipoiódico*, se representan por $I^2\ O^4$ y $I^{10}\ O^{19}$: estos dos ácidos complexos se descomponen cuando estan en presencia de las bases. En cuanto al ácido *hiperiódico* ha sido descubierto por Magnus. El ácido *iódico* ha sido mucho mejor estudiado.

Acido iodico.—El descubrimiento de este ácido es debido á Gay-Lussac; es sólido, blanco, inodoro, de un sabor agrio y astringente; enrojece el tornasol y en seguida le destruye; es mas pesado que el ácido sulfúrico. El calor le descompone bastante fácilmente en oxígeno y en iodo. Quema con detonacion la mayor parte de los metalóides. Los ácidos poco oxigenados le descomponen pasando á un grado superior de oxigenacion; al aire húmedo se vuelve delicuescente y es de consiguiente muy soluble en agua. Está formado de 2 átomos de iodo y de 5 átomos de oxígeno $=I^2\ O^5$.

Se puede obtener tratando el iodo por una mezcla de ácido azóico y de ácido hipoazóico; estos ácidos se descomponen, su oxígeno se combina al iodo y el deutóxido de ázoe se desprende; durante la reaccion se ve depositarse poco á poco el ácido iódico. Se recoge este ácido y se disuelve en agua pura, despues se añade el ácido nítrico concentrado, el cual se apodera del agua, y precipita el ácido en estado de pureza.

Haciendo Millon reaccionar el ácido sulfúrico sobre el ácido iódico, ha aislado muchos compuestos nuevos, entre los cuales debo señalar: 1.° las combinaciones del ácido sulfúrico y del ácido iódico: 2.° las combinaciones de los ácidos sulfúrico, hipoiódico é iódico; y 3.° las combinaciones de los ácidos iódico y subhipoiódico.

Acido hiperiodico.—Corresponde al ácido perclórico; está formado como él, de 2 átomos de iodo y de 7 átomos de oxígeno $I^2=O^7$.

Este ácido no se produce sino de la manera siguiente: se disuelve el iodato de potasa, se añade la potasa cáustica y se hace llegar una corriente de cloro: este quita el oxígeno á la potasa para formar cloruro de potasio, y el oxígeno de la potasa se com

bina con el iodato para formar el hiperiodato de potasa que se precipita en pequeños cristales.

Pero para obtener este ácido es necesario trasformar este hiperiodato en hiperiodato neutro de plata. Para este fin se mezcla el hiperiodato de potasa con una disolucion de nitrato de plata: se forma en seguida un precipitado de hiperiodato de plata con esceso de plata, y vertiendo sobre el precipitado ácido nítrico débil, este disuelve el esceso de óxido y deja en el estado neutro el hiperiodato de plata.

Por último, no hay mas que tratar esta sal de plata por el agua, y esta la descompone en ácido hiperiódico libre y en hiperiodato básico insoluble que se separa. Se evapora la disolucion del ácido, y por el enfriamiento se depositan los cristales.

Este ácido no es delicuescente; el calor le descompone en oxígeno y en iodo; el ácido clorhídrico le descompone haciéndole pasar al estado de ácido iódico.

Acido bromico.—Este ácido está todavía muy poco estudiado y poco empleado para que nos detengamos en su estudio.

Combinaciones del cloro con el oxigeno.—El oxígeno y el cloro por su combinacion dan orígen á cuatro compuestos principales, que son: el ácido hipocloroso, el ácido cloroso, el ácido clórico y el ácido hiperclórico. Estos compuestos, uniéndose entre sí en diversas proporciones, pueden constituir muchos ácidos complexos; tales son el ácido cloroclórico, el ácido hipoclórico y el ácido cloroperclórico.

Acido hipocloroso.—Se creyó durante largo tiempo que el ácido que se formaba cuando se hace pasar una corriente de cloro por una disolucion de potasa ó de sosa, era el deutóxido de cloro; pero Balard ha demostrado que el ácido que él ha podido aislar, correspondia al ácido hiposulfuroso y que estaba formado de 2 átomos de cloro y de 1 átomo de oxígeno$=Cl^2O$.

El ácido hipocloroso es un gas de un amarillo algo mas oscuro que el cloro, de un olor vivo y penetrante, análogo al de este último cuerpo; espuesto á la luz solar, se descompone sin detonacion; pero una luz difusa no le altera. Sometido á un calor un poco elevado, detona fuertemente produciendo una luz muy viva. Casi todos los metalóides le descomponen; el hidrógeno en caliente, el carbono en frio y con detonacion: no sucede lo mismo con el azufre, el fósforo y el arsénico, pues estos solamente se combinan con el cloro para formar un cloruro, mientras que no se observa igual resultado por la accion del carbono. El iodo y el bromo le descomponen tambien; pero con mas lentitud. Casi todos los metales le descomponen, los unos con detonacion y los otros sin ella; pero siempre se forma un cloruro y un óxido.

El agua disuelve abundantemente el ácido hipocloroso. Esta disolucion concentrada no puede conservarse sino con mucha dificultad.

Este ácido es uno de los oxigenantes mas enérgicos que se

conocen; y esta es la razon porque obra tan vivamente sobre los colores vegetales: en efecto, su oxígeno quita el hidrógeno á la materia colorante, y esto es lo que produce la decoloracion.

Para obtenerle, se mezclan en un frasco el bióxido de mercurio diluido en agua y el cloro gaseoso. Se agita; el gas es absorbido, y da lugar á la formacion de bióxidocloruro de mercurio insoluble y de ácido cloroso que queda en disolucion. Solo resta despues destilarle en el vacío. Para obtenerle en estado de gas, se pone en contacto con el azoato de cal seco: esta sal se apodera del agua y deja libre el gas.

Pelouze ha demostrado que cuando se hace llegar el gas hipocloroso al fondo de un vaso estrecho sumergido en una mezcla refrigerante, se liquida. El liquido obtenido es de un rojo oscuro, su olor es evidentemente el del gas que produce este liquido por su condensacion. Su peso especifico es mayor que el del agua. La accion del calor es tal, que con solo agitar los vasos que le contienen, le hacen detonar. El potasio, el fósforo, el arsénico y el antimonio en polvo se queman con llama y producen una esplosion tan luego como se arrojan en este liquido.

El ácido hipocloroso no se emplea sino en el estado de hipoclorito.

Acido cloroso.—Este ácido que está formado de 2 átomos de cloro y de 3 átomos de oxígeno (Cl^2O^3), ha sido sospechado por muchos químicos. Se obtiene, segun Millon, introduciendo en un pequeño balon y llenándole hasta el cuello con una mezcla de 1 parte de ácido tartárico, 4 de clorato de potasa, 6 de ácido nítrico y 8 de agua. Se recoge el gas en frascos frios y secos. Es un gas de un color amarillo verdoso bastante oscuro, muy irritante, decolora el tornasol y el sulfato de añil. El agua que contiene 5 ó 6 volúmenes de este gas, tiene un color amarillo de oro. Este gas detona en contacto con la mayor parte de los metalóides.

Acido hipoclorico.—*Deutóxido de cloro.*—Este ácido, que es gaseoso, ha sido descubierto por Davy y estudiado despues por Federico Stadion. Se ha creido por largo tiempo que era el que se encontraba combinado con las bases en los cloruros de óxidos, y de aquí le vino el nombre de *ácido cloroso*, con el cual se conoció durante el trascurso de algunos años. Se le dan comunmente hoy los nombres de *deutóxido de cloro*, de *ácido hipoclórico* ó el de *ácido clorósico.*

Este gas es amarillo, su olor es aromático y diferente al del cloro; destruye la tintura de tornasol sin enrojecerla; su densidad=2,3155. Se puede liquidar como otros muchos gases. Espuesto al calor del agua hirviendo detona y se trasforma en cloro y en oxígeno: el agua le disuelve con facilidad. No puede combinarse á las bases sin descomponerse: con la potasa resulta siempre un hipoclorito y un clorato; está compuesto de 1 átomo de cloro y 2 átomos de oxígeno=$Cl\ O^2$ ó Cl^2O^4. Se puede obtener tratando el clorato de potasa fundido por el ácido sulfúrico diluido; se calienta lijeramente y el gas se desprende: el ácido

sulfúrico deja libre el ácido clórico que se descompone en deutóxido de cloro y en oxígeno; este se combina con una parte del ácido clórico y de la potasa para formar el hipercIorato de potasa. Esta esperiencia va acompañada las mas veces de detonaciones. No tiene uso.

Se puede liquidar el ácido hipoclórico con el auxilio de una mezcla refrigerante. Es un líquido de un color rojo oscuro. Su olor es sofocante. Cuando está enteramente privado de agua, entra en ebulicion á $+20^0$, y su vapor detona violentamente á $=60$ ó 63^0. Un fragmento de potasa cáustica le hace tambien detonar repentinamente; pero algunas veces este accidente tiene lugar á la temperatura ordinaria sin que se pueda señalar la causa de este fenómeno.

ACIDO CLORICO.—Berthollet fue el primero que descubrió este ácido; pero combinado con las bases, y Gay-Lussac el primero que le aisló.

Este ácido es líquido, incoloro, inodoro, de un sabor muy ácido; enrojece al principio la tintura de tornasol y concluye por decolorarla. Puede concentrarse sin descomponerse; pero si se trata de destilarlo, se trasformará en cloro y ácido hiperclórico. Se une muy bien á las bases y forma sales, cuyas propiedades son muy notables.

Si se concentra suficientemente para que tome un color amarillento, posee entonces la propiedad de descomponer el alcohol quitándole el hidrógeno y trasformándole en ácido acético. De la misma manera obra sobre el éter; vertido sobre papel de estraza seco se inflama al instante.

Está formado de 2 átomos de cloro y 5 átomos de oxígeno= $Cl^2 O^5$. Retiene siempre 1 átomo de agua como indispensable para su constitucion. Se obtiene ordinariamente disolviendo el clorato de barita en el agua, y descomponiéndole por el ácido sulfúrico; este se apodera de la barita y deja libre el ácido que se separa del precipitado y que se concentra á un calor suave.

ACIDO CLOROCLORICO.—Haciendo reaccionar el ácido clorhídrico sobre el clorato de potasa, obtuvo Davy un gas que designó con el nombre de *euclorina*, y que se llamó despues protóxido de cloro. Las reacciones de este gas con el agua, con el protocloruro de mercurio y sobre todo la contraccion de sus elementos habian suscitado dudas respecto de su existencia; pero Millon le consideró de nuevo como un producto particular de cloro, compuesto de 6 átomos de cloro para 13 átomos de oxígeno, ó como formado de 2 átomos de ácido cloroso y de un átomo de ácido perclórico. Haciendo atravesar el gas cloroclórico por una serie de tubos en U, de los cuales el primero está sumergido en el hielo y el último en mezclas refrigerantes, se condensa en los últimos tubos bajo la forma de un líquido de color rojo oscuro, que hierve á 32° y que detona cuando se le calienta á 70°.

ACIDO HIPERCLORICO.—(*Acido clórico oxigenado.)*—El descubrimiento de este ácido se debe al conde Stadion: es líquido, incoloro, inodoro y enrojece el tornasol sin destruirle. Espuesto á

un calor suave, pierde el esceso de agua que puede contener y se volatiliza sin descomponerse á 140°: no se descompone ni por el ácido clorhídrico, ni por el ácido sulfuroso, lo que le distingue del ácido clórico; no enturbia la disolucion del azoato de plata y se combina muy bien con las bases. Este ácido es un escelente reactivo para distinguir la potasa de la sosa; con la primera forma una sal poco soluble, y produce un efecto totalmente inverso con la segunda. Contiene 7 átomos de oxígeno para 2 átomos de cloro $=Cl^2 O^7$. Se obtiene calentando en una retorta el hiperclorato de potasa con el ácido sulfúrico. Este ácido se apodera de la potasa y forma sulfato de potasa que es fijo: queda libre el ácido hiperclórico, el cual se volatiliza y pasa á un recipiente.

Concentrando este ácido hasta que esparza vapores blancos y destilándole despues con cuatro ó cinco veces su volúmen de ácido sulfúrico concentrado, se puede obtener bajo la forma de largos cristales que se funden á 45° y que atraen fuertemente la humedad del aire esparciendo vapores espesos. Cuando se vierte en el agua despues de haberle fundido, produce al caer un ruido semejante al que resulta por la inmersion en el mismo líquido de un hierro enrojecido.

Acido cloroperclorico.—Este ácido se obtiene segun Millon esponiendo á la luz solar el ácido cloroso. Es un líquido rojo é instable, que se puede considerar como formado de 1 átomo de ácido cloroso y 6 átomos de ácido perclórico.

Combinaciones del azoe con el oxigeno.—Aunque el ázoe tiene muy poca afinidad para con el oxígeno, se conocen sin embargo 5 combinaciones de estos dos cuerpos, que son las siguientes: el protóxido de ázoe, el bióxido de ázoe, el ácido azooso, el ácido hipoazóico y el ácido azóico. Entre estos compuestos los que merecen mas particularmente fijar nuestra atencion son el bióxido de ázoe, el ácido hipoazóico y el ácido azóico.

Protoxido de azoe.—(*Oxido de ázoe, óxido nitroso, gas nitroso deflogisticado, oxídulo de ázoe, gas regocijante.*)—Fue descubierto por Priestley; es incoloro, inodoro, de sabor algo azucarado y de una densidad $=1,5269$. Comprimido y enfriado al mismo tiempo se liquida. Este gas sostiene muy bien la combustion y enciende las bujías que presentan algunos puntos en ignicion.

Espuesto á una temperatura elevada, se trasforma en ázoe y en ácido hipoazóico. El oxígeno y el aire no le alteran. Casi todos los metalóides le descomponen quitándole su oxígeno. Es un poco soluble en el agua; puede disolver esta la mitad de su volúmen. Algunas personas que han respirado este gas, han esperimentado una sensacion estraordinaria de alegría y una risa irresistible: de aquí su nombre de *gas regocijante.* Otros por el contrario no han esperimentado sino embriaguez, cefalalgias, síncopes y aun la asfixia. Este gas está compuesto de 2 átomos de ázoe y de 1 átomo de oxígeno $= Az^2 O$.

Para procurarse este gas se calienta suavemente el azoato de amoníaco. En este caso, el hidrógeno del amoníaco se combina á una gran parte del oxígeno del ácido, mientras que el ázoe del amoníaco, así como el del ácido azóico combinado con una cantidad de oxígeno constituye el gas protóxido de ázoe. Este compuesto no tiene usos.

Bioxido de azoe.—(*Gas nitroso, óxido nitrico, óxido de ázoe.*)—Este gas ha sido descubierto por Hales y estudiado por Priestley, Davy y Gay-Lussac. Es incoloro y sin accion sobre el tornasol; su olor y sabor no pueden sernos conocidos, porque tan pronto como se pone en contacto del aire pasa al estado de ácido hipoazóico esparciendo vapores rojos. Apaga los cuerpos en combustion y asfixia á los animales que le respiran. Su peso específico es = 1,390. Espuesto en un tubo á la accion del fuego se descompone como el protóxido de ázoe. Es tambien descompuesto por la mayor parte de los metalóides. El agua disuelve la vigésima parte de su volúmen; está compuesto de 2 átomos de ázoe y de 2 átomos de oxígeno = $Az^2\ O^2$. No se encuentra en la naturaleza. Se obtiene poniendo en contacto limaduras de cobre ó el mercurio con el ácido azóico; este pierde una parte de su oxígeno para oxidar los metales, y pasa al estado de bióxido de ázoe que se desprende, mientras que el óxido formado se combina á una parte de ácido azóico no descompuesta.

Acido azooso.—Segun Gay-Lussac, poniendo en contacto una disolucion de potasa con el bióxido de ázoe y un poco de oxígeno, se forma un ácido compuesto de 2 átomos de ázoe y 3 de oxígeno. Este es el *ácido azooso*. Este ácido no puede aislarse porque tiene la propiedad de descomponerse en bióxido de ázoe y en ácido hipoazóico ó azóico cuando se le quiere separar de sus combinaciones.

Sin embargo parece, segun la opinion admitida por Berzelius y Mitscherlich, que haciendo obrar el bióxido de ázoe sobre el ácido hipoazóico, ambos cuerpos se trasforman en ácido azooso segun la ecuacion siguiente: $Az\ O^4 + Az\ O^2 = 2\ Az^2\ O^3$. Este líquido es de un verde azulado y posee la propiedad de ser muy volátil.

Acido hipoazoico.—(*Gas ácido nitroso. Acido nitroso-nitrico. Vapores nitrosos.*)—Este ácido, segun Peligot, cristaliza en prismas incoloros que se funden á — 9°. A la temperatura ordinaria constituye un líquido naranjado que hierve á 22°. Si contiene una pequeña cantidad de agua, posee las propiedades siguientes que habian sido reconocidas por Dulong: es líquido, de un color que varía con la temperatura; es amarillo naranjado de 15 á 28°; amarillo leonado á 0°; casi incoloro á — 10°; é incoloro á — 20°; se convierte en una masa blanca á una temperatura superior á 40°. Posee un sabor cáustico, un olor muy fuerte característico, y una densidad = á 1,451. Enrojece fuertemente el tornasol; mancha la piel de amarillo y la desorganiza.

Sometido á la temperatura de 28°, hierve y forma lo que se

conoce con el nombre de *gas rutilante*. Este gas se produce aun á la temperatura ordinaria, y es el mismo que se forma cuando se pone en contacto el oxígeno con el bióxido de ázoe. Es irrespirable, y hace esperimentar en el pecho una opresion insoportable.

El oxígeno y el aire no le hacen esperimentar ninguna alteracion, á menos que esten húmedos; entonces se produce un poco de ácido azóico. Casi todos los cuerpos combustibles le descomponen, apoderándose de una porcion de oxígeno mas ó menos grande. El agua y este ácido presentan por su contacto fenómenos muy notables. Si se agita en una gran cantidad de agua se trasforma casi enteramente en bióxido de ázoe, que se desprende, y en ácido azóico, que queda disuelto en el líquido, unido á un poco de ácido hipoazóico no descompuesto. Si la cantidad de agua es pequeña, se desprende poco gas, y el líquido se vuelve verde oscuro. En fin, si se añade sucesivamente en el agua diversa cantidad de ácido, se ve que el desprendimiento del bióxido de ázoe producido por el mismo peso de ácido, disminuye hasta el punto de dejar de producirse, y sin embargo el líquido continúa absorbiendo el ácido hipoazóico. En esta esperiencia, el agua se colora sucesivamente en azul verdoso y en amarillo naranjado. Estas variaciones de color son análogas á las que se producen, cuando se hace pasar una corriente de bióxido de ázoe por el ácido azóico mas ó menos concentrado.

Puesto en contacto á la temperatura ordinaria con el ácido sulfúrico concentrado, se descompone en ácido azóico, que retiene un poco de ácido hipoazóico, y en ácido azooso, que se combina con el ácido sulfúrico para formar cristales, semejantes á aquellos de que hemos hablado en el artículo *Acido sulfúrico*.

Disuelto en el ácido azóico, le colora en amarillo: siempre que se trata de combinarle con las bases, se descompone y forma con ellas azoatos y azoitos.

Resulta de los esperimentos de Pejigot que este ácido puede formar con las bases combinaciones definidas, y en particular con el protóxido de plomo; pero esta sal resulta tambien evidentemente por la union del azoato y del azoito de plomo básico, como Berzelius lo habia admitido.

Está compuesto de 2 átomos de ázoe y de 4 átomos de oxígeno$=Az^2, O^4$ ó $Az\ O^2$. El mejor medio para obtener este ácido consiste en calentar en una retorta cierta cantidad de azoato de plomo seco, y en hacer llegar el gas á un pequeño recipiente rodeado de hielo y sal. Por el calor, el ácido azóico del azoato se separa; pero se descompone en óxigeno y en ácido hipoazóico anhidro.

ACIDO AZOICO.—(*Acido nitrico*, *agua fuerte*, *espíritu de nitro*.)—Este ácido fue descubierto por Raimundo Lulio en 1325, destilando nitro con arcilla: este célebre alquimista fue á la vez monge, químico y médico. Emprendió inmensos viajes por Francia, Inglaterra, Alemania, Italia y Africa, en cuyo país fue

apedreado por predicar el cristianismo. Viajando sin cesar, encontró el medio de escribir en casi todos los paises y simultaneamente sobre la química, la medicina y la teología. Dió un fuerte impulso á la química, empleando la destilacion como medio y fijando la atencion de los sabios sobre los productos volátiles resultantes de la descomposicion de los cuerpos. El ácido azóico fue distinguido por Scheele del ácido hipoazóico, con el cual habia estado confundido hasta entonces. Pero su naturaleza química no fue exactamente fijada hasta 1784, en consecuencia de los esperimentos practicados por Cavendish.

Propiedades.—El ácido azóico mas concentrado es líquido, blanco, oloroso, muy ácido y corrosivo. Mancha la piel de amarillo, y la desorganiza al momento; cuya propiedad le hace uno de los mas violentos venenos. Enrojece muy fuertemente el tornasol; su peso específico=1,554.

Sometido á una temperatura de 86°, entra en ebulicion, se volatiliza y se condensa despues: en este estado aparece coloreado por un poco de ácido hipoazóico, que proviene de la descomposicion de cierta cantidad de ácido azóico. A un calor rojo, se descompone totalmente y se trasforma en ácido hipoazóico y en oxígeno. Espuesto á un frio de 50° se solidifica y toma una consistencia de manteca. Los rayos solares le descomponen, cuando el ácido ofrece cierto grado de concentracion: se produce entonces oxígeno y ácido hipoazóico, que colorea en moreno el ácido azóico. Segun Gay-Lussac, el que no tiene una densidad de 1,32 no se colora. Este ácido no tiene accion sobre el aire y el oxígeno secos; pero si estos gases estan húmedos, esparce vapores debidos solamente á la combinacion del vapor del ácido con el agua.

La mayor parte de los cuerpos combustibles le descomponen y le quitan su oxígeno: esta accion se efectua tanto mas patentemente, cuanto mas propension tienen á combinarse con él y cuanto mayor es la cantidad, y mas elevada la temperatura. He aquí por qué se obtiene ya ácido hipoazóico, ya bióxido ó protóxido de ázoe ó bien todavía ázoe libre. El agua disuelve en todas proporciones el ácido azóico dando lugar á un desprendimiento de calórico. Esta disolucion presenta las mismas propiedades que el ácido concentrado; solamente que obra con menos intensidad.

El ácido azóico no puede existir sin agua: al instante que se mezcla con un cuerpo que tenga gran afinidad con ella, resulta un desprendimiento de ácido hipoazóico y de oxígeno, debidos á la descomposicion del ácido. Tal es la manera de obrar del ácido sulfúrico concentrado, y probablemente la del ácido fosfórico. El bióxido de ázoe se disuelve en el ácido azóico, y le colora en verde ó en amarillo si el ácido no es concentrado, y en moreno en el caso contrario. Si se calienta la disolucion no se desprende mas que ácido hipoazóico, porque el bióxido se apodera del oxígeno de una porcion del ácido azóico, y le hace pasar al estado de hipoazóico, convirtiéndose él en el mismo

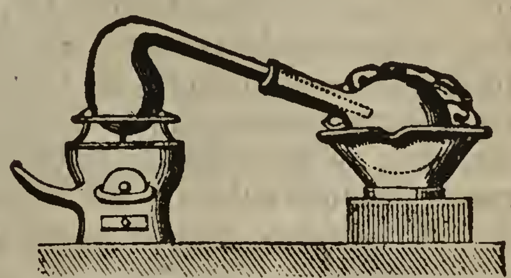
cuerpo. Se emplea para formar el *agua régia*, de la cual hablaremos mas adelante.

Composicion.—Este ácido resulta de la combinacion de 2 átomos de ázoe y de 5 átomos de oxígeno = $Az^2\ O^5$; pero como el mas concentrado contiene siempre un átomo de agua, su fórmula viene á ser $Az^2\ O^5 + H^2\ O$.

El ácido azóico no existe en la naturaleza sino en combinacion con la magnesia, la cal, la sosa y la potasa.

Preparacion.—Se prepara destilando en una retorta 6 partes de azoato de potasa con 1 parte de ácido sulfúrico del comercio, ó mejor diluido en un poco de agua; á esta retorta se adapta un balon enfriado (fig. 31). En el caso en que el ácido esté concentrado, se ven aparecer al principio de la operacion vapores rutilantes, debidos á que un poco de ácido azóico queda privado de agua por el esceso de ácido sulfúrico; despues pasa el ácido incoloro, y se recoge aparte. En fin, hácia la conclusion de la operacion vuelven á aparecer los vapores rutilantes, porque la mezcla no contiene ya bastante agua para suministrar al ácido nítrico que se desprende, el átomo de agua necesario á su constitucion. En el caso de que el ácido esté diluido, hay menos vapores rutilantes, con tal que la sal de nitro empleada no contenga cloruro; porque en este caso, el ácido clorhídrico puesto en libertad reacciona sobre el ácido nítrico y produce el mismo fenómeno que en la preparacion del agua régia. Se purifica sobre un pequeño esceso de azoato de plata; este se apodera del cloro y del ácido sulfúrico que contiene las mas veces el ácido azóico.

Fig. 31.



Purificando así el ácido nítrico, se le priva del ácido azooso que no le colora sino cuando es abundante. Es fácil asegurarse de la presencia de este ácido azooso, aun cuando el ácido mas debilitado tan tolo contenga restos de él, porque tiene la propiedad de precipitar el iodo de los ioduros y el azufre de los monosulfuros, y porque además tiene la de colorear las protosales de hierro en moreno, y el cianoferruro de potasio en verde. El ácido nítrico puro y diluido por el contrario no desaloja el iodo de sus combinaciones con los metales alcalinos, ni colora las protosales de hierro, ni tampoco el cianoferruro de potasio. Luego que el ácido nítrico por su purificacion con el nitrato de plata ha sido destilado convenientemente, basta hacerle hervir algunos instantes al abrigo de moléculas orgánicas para separarle completamente del ácido nitroso.

§ IV. De los hidrácidos.

El hidrógeno combinándose con el fluor, el cloro, el bromo, el iodo, el azufre y el selenio, produce combinaciones que gozan de una manera muy marcada de las propiedades atribuidas á los ácidos. En la teoría antiflogística se pensaba que el oxígeno era el principio esencial para la formacion de los ácidos: muchos hidrácidos eran conocidos, pero no habian sido descompuestos. Cuando la análisis aclaró su composicion, se formó un nuevo grupo de ácidos con el nombre de hidrácidos; pero este grupo no puede subsistir, porque no es el hidrógeno el que da á estas combinaciones el carácter de acidez, sino el otro elemento de la combinacion. Con fundamento, pues, se ha cambiado su nomenclatura, y en lugar de ácido hidroclórico, hidriódico, etc., se dice ácido clorhídrico, iodhídrico. Los hidrácidos son generalmente solubles en el agua; pero no existen combinaciones de estos ácidos con el agua que correspondan á los oxiácidos acuosos.

Preparacion.—No hay mas que un solo hidrácido, el clorhídrico, que se pueda producir por el contacto inmediato del radical con el hidrógeno. La manera mas general de obtener estos productos consiste en tomar una combinacion que contenga el radical del hidrácido, con uno de los metales que son susceptibles de descomponer el agua, y en tratar esta combinacion por un oxiácido acuoso. El metal se oxida á espensas del agua y el hidrógeno en vez de desprenderse, se combina en el estado naciente con el radical puesto en libertad y produce así un ácido que se marcha en estado de gas, ó pasa al recipiente en estado líquido.

Composicion.—Los hidrácidos son combinaciones en las que se encuentra el hidrógeno en una proporcion tal, que uniéndose al oxígeno de un óxido, se forma agua y un nuevo compuesto que estudiarémos con el nombre de *sal halógena.* Para concebir bien está teoría, podemos tomar la combinacion del ácido clorhídrico con un óxido. En efecto tenemos

Acido clorhidrico formado	Oxido formado de
de { 2 át. de hidrógeno, unidos á	{ 1 át. de oxígeno=1 át. de agua.
2 át. de cloro, unidos á	1 át. de metal=1 át. de cloruro.

Acido clorhidrico. (*Acido marino, ácido muriático, espíritu de sal.*)—*Historia.*—Este ácido fue conocido por los alquimistas; Basilio Valentino hace mencion de él: sin embargo, Glaubert, químico aleman del siglo XVII, fue el que estudió y describió un procedimiento fácil para estraerle de la sal marina. Cuando Sche-

ele descubrió el cloro, creyó que el ácido muriático era debido á la union de este gas con el flogístico, y como por flogístico comprendia el hidrógeno, concluyó de aquí que él habia descubierto la composicion de este ácido, mucho tiempo antes que la esperiencia lo hubiese confirmado.

Esta opinion de Scheele fue olvidada, y cuando Lavoisier basó su doctrina sobre la acidez consideró el ácido muriático como un oxiácido cuyo radical era todavía desconocido hasta la época en que Gay-Lussac y Thenard hicieron ver que estaba compuesto de hidrógeno y de cloro.

Propiedades.—Este ácido es gaseoso, incoloro, de un olor vivo y picante; espuesto al aire produce vapores blancos, enrojece fuertemente la tintura de tornasol y apaga los cuerpos en combustion. Su peso específico es de 1,247.

Espuesto á un frio de 50°, se condensa sin cambiar de estado; pero si se le comprime al mismo tiempo se puede liquidar. El mas fuerte calor no le descompone. Lo mismo sucede en contacto del aire y del oxígeno. Una corriente de chispas eléctricas no le descompone sino parcialmente.

El ácido clorhídrico no tiene accion sobre los metalóides. Por el contrario, la mayor parte de los metales lo descomponen, algunos aun á la temperatura ordinaria: tales son, sobre todo, los metales alcalinos. De esta descomposicion resulta un cloruro y desprendimiento de hidrógeno.

El ácido clorhídrico tiene tanta afinidad con el agua, que cuando se coloca sobre ella una campana llena de este gas, se lanza sobre él como si se hallara en el vacío: el agua puede cargarse de 464 veces su volúmen.

Ácido clorhídrico líquido.—La disolucion del gas clorhídrico en el agua constituye el ácido clorhídrico del comercio. Se obtiene haciendo llegar á frascos que contengan agua, una corriente de gas clorhídrico que se disuelve en ella muy fácilmente. Se sirve para este efecto del aparato de Woolf (véase la pág. 126).

Este ácido líquido y concentrado es blanco, muy cáustico, de un olor insoportable, enrojece el tornasol y es de una densidad=1,208. Cuando está concentrado esparce vapores blancos al aire. Mezclado con el ácido azóico, se obtiene un líquido rojo amarillento conocido con el nombre de *agua régia*, en razon de la propiedad que posee de disolver el oro, *el rey de los metales*. Hablaremos de este líquido al dar las nociones generales sobre los metales.

Composicion.—El ácido clorhídrico resulta de la combinacion de 1 átomo de cloro y 1 átomo de hidrógeno=H Cl.

Estado, preparacion.—Se cita su existencia en las aguas de Rio Vinagre. Se prepara fácilmente vertiendo el ácido sulfúrico sobre el cloruro de sodio y calentando la mezcla: el gas que se desprende, se recibe en frascos llenos de mercurio. La teoría se esplica así: el agua que contiene el ácido sulfúrico se descompone: su oxígeno se combina al sodio y forma la sosa que se combina con el ácido sulfúrico para formar el sulfato de sosa, y

el hidrógeno se combina al cloro del cloruro para formar el ácido clorhídrico.

Usos.—Este ácido se emplea con frecuencia en las artes; en química se sirven de él como reactivo. Antes de emplear el cloro para las fumigaciones, Guyton de Morveau aconsejó para este uso el gas clorhídrico. En el riguroso invierno de 1773, la tierra se endureció de tal manera, que fue imposible sepultar los cadáveres en el cementerio ordinario de Dijon. En esta época se vieron obligados á depositarlos en las bóvedas sepulcrales de la iglesia catedral. Pero cuando se quisieron mas adelante exhumar estos cadáveres, fue tal la infeccion que produjeron, que fue preciso abandonar la iglesia y cesar en ella el servicio divino. Inútilmente se emplearon cantidades de aromas y de vinagre, no fue posible obtener ningun resultado favorable. Una fiebre contagiosa se difundió en las habitaciones mas próximas á la iglesia. Guyton de Morveau aconsejó las fumigaciones de ácido clorhídrico. El efecto fue tan pronto y tan seguro, que con la fumigacion desapareció todo mal olor sin que volviese á aparecer.

El ácido clorhídrico, como lo hemos esperimentado Sandras y yo, hace un gran papel en la digestion: el agua que solo contenga una milésima parte de ácido clorhídrico, tiene lo bastante para disolver las viandas.

He averiguado igualmente, que con solo contener el agua un milésimo de ácido clorhídrico, es muy capaz para matar prontamente los pescados.

Acido fluorhidrico.—(*Acido hidrofluórico ó hidroflórico*).—Fue descubierto este ácido por Scheele, y obtenido por primera vez en el estado de pureza por Gay-Lussac y Thenard.

Este ácido es líquido, incoloro, enrojece fuertemente el tornasol, esparce al aire vapores blancos muy espesos; su olor es acre y picante, y su sabor muy cáustico. Este ácido es el mas corrosivo de todos los cuerpos; desorganiza la piel instantáneamente y produce una ampolla muy dolorosa.

Espuesto á un frio de 40° no se congela; hierve á menos de 30° y forma un gas que liquida el frio prontamente. El oxígeno y el aire no tienen accion sobre él, ni tampoco los metalóides. Es muy ávido de agua; cada gota de ácido produce al caer en este líquido un ruido semejante al de un hierro enrojecido cuando se sumerge en él.

La análisis no ha podido aislar los elementos de este ácido, pero se ha inferido que está formado de medio volúmen de fluor y medio volúmen de hidrógeno, para cada uno de vapor fluorhídrico. El iodo, el cloro y el bromo forman con el fluor combinaciones semejantes á las del hidrógeno.

Se prepara tratando en caliente el fluoruro de calcio por el ácido sulfúrico; el agua de este ácido se descompone, su hidrógeno se combina al fluor para formar el ácido fluorhídrico; su oxígeno se combina á la cal que forma con el ácido sulfúrico sulfato de cal. Esta preparacion debe hacerse en vasijas de plo-

mo ó de plata, en razon de que el ácido fluorhídrico tiene la propiedad de corroer los vasos de cristal.

Se sirven de este ácido para grabar sobre cristal. Para este fin se emplea ó gaseoso, ó líquido; en el primer estado las líneas son opacas y en el segundo salen trasparentes. Si se trata de trazar un dibujo empleando el ácido gaseoso, se opera de la manera siguiente: se cubre el cristal bien seco con un barniz compuesto de una parte de trementina y 4 de cera; se marcan con un buril sobre el barniz las líneas del dibujo, dejando el cristal descubierto. Se coloca en este estado la placa de cristal sobre un vaso de plomo, desde el cual se desprende el ácido fluorhídrico; y al cabo de algunos minutos está terminada la operacion. En este caso no resta mas que desprender el barniz. Cuando se quiere emplear el ácido líquido se sigue absolutamente el mismo procedimiento que para el grabado con el agua fuerte sobre el cobre. (Véase *Metales en general*, accion del ácido azóico.)

Acido sulfhidrico.—(*Acido hidrosulfúrico*, *hidrógeno sulfurado*.)—*Historia*.—Fue obtenido primeramente por Cartheuser y Baumé; estudiado despues por Rouelle y con posterioridad por Scheele, dándole al principio el nombre de *aire fétido* á causa del olor infecto que exhala.

Propiedades.—Este ácido es gaseoso é incoloro, de un olor y de un sabor insoportables y análogos al de los huevos podridos. Apaga los cuerpos en combustion, enrojece débilmente la tintura de tornasol y posee un peso específico de 1,1912. Es el mas deletéreo de todos los gases. Un aire que no contenga mas que $\frac{1}{1500}$ hace perecer al momento un pájaro que se sumerja en él. Un perro de mediana talla sucumbe en un aire que contenga $\frac{1}{1000}$ de este gas; y un caballo muere en menos de un minuto en una atmósfera que esté cargada de $\frac{1}{250}$. La presencia de este gas en los lugares comunes es la causa de los funestos accidentes que suceden con demasiada frecuencia á los desgraciados que los limpian. Es el que estos designan con el nombre de *tufo*.

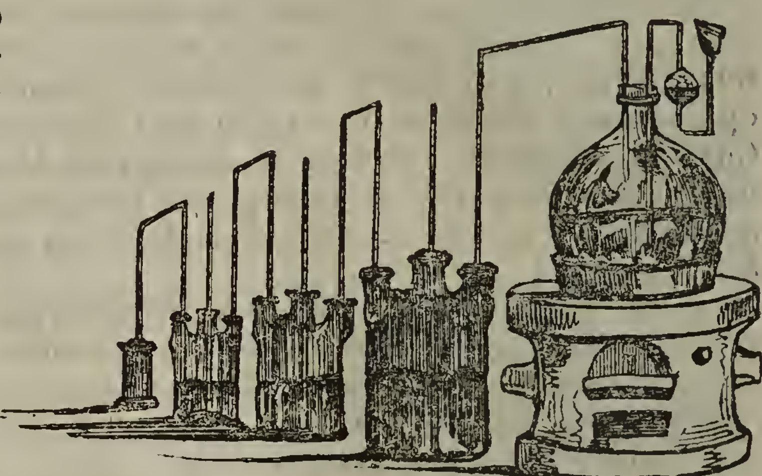
Comprimido y enfriado el ácido sulfhídrico puede liquidarse. Se descompone en parte dentro de un tubo de porcelana incandescente, se deposita azufre y el hidrógeno queda libre. Es probable que esta descomposicion llegase á ser completa si se elevase suficientemente la temperatura.

El aire y el oxígeno no tienen accion en frio sobre el ácido sulfhídrico, pero en caliente le descomponen y forman agua, ácido sulfuroso y sulfúrico. El cloro, el bromo y el iodo le descomponen apoderándose de su hidrógeno y dejando libre el

azufre. El cloro es el cuerpo que posee esta propiedad en mas alto grado : por esta razon se emplea con buen éxito en los casos de asfixia por el ácido sulfhídrico. Un medio muy sencillo para este fin , y con el que se logra muy bien el objeto , consiste en echar algunas gotas de vinagre sobre el cloruro de cal metido en un lienzo.

El agua puede disolver casi tres veces su volúmen de hidrógeno sulfurado, y constituir entonces el ácido sulfhídrico líquido. Para preparar este ácido líquido se emplea el aparato de Woolf (figura 32). Esta disolucion incolora posee las mismas propiedades que el ácido gaseoso. Por la ebulicion pierde el gas y lo mismo por el vacío ; espuesta al aire pierde tambien el gas; pero se enturbia porque el oxígeno del aire quema su hidrógeno , y el azufre se deposita.

Fig. 32.



Algunos ácidos oxigenados en contacto del ácido sulfhídrico pueden por su oxígeno formar agua quemando el hidrógeno: descomponiendo por esta accion el ácido sulfhídrico se precipita su azufre. Esto es lo que sucede con los ácidos iódico, brómico , clórico , azóico , sulfúrico, etc.

La mayor parte de los metales pueden descomponer el ácido sulfhídrico con el auxilio del calor , apoderándose de su azufre con desprendimiento de hidrógeno , y formándose un sulfuro. Tal es el caso del potasio y del sodio que le descomponen en frio; los otros no le descomponen sino á una temperatura mas ó menos elevada. Sin embargo , se sabe generalmente que cuando se cuecen huevos en vasijas de plata , tienen la propiedad de ennegrecerlas porque despiden siempre un poco de gas sulfhídrico. Cuando los metales estan en disolucion en los ácidos , este gas los precipita, y los precipitados tienen colores muy variados, las mas veces son morenos. Los charlatanes han sacado partido de esta propiedad para fascinar el espíritu siempre crédulo del pueblo que los escucha. Inscriben de antemano con una lijera disolucion de sal de plomo sus signos cabalísticos y sus predicciones sobre papeles blancos ; sumergen despues estos en presencia del pueblo en un poco de gas ácido hidrosulfúrico , y los manifiestan marcados de caracteres morenos , inmediatamente y como por milagro. Esta trasformacion es debida á que la disolucion de la sal de plomo ha sido reemplazada por el sulfuro de plomo que se ha formado.

El mismo resultado se observa sobre el rostro de las perso-

nas que emplean el blanco de afeite, porque la menor exhalacion sulfurosa basta para hacer pasar á negro el óxido de bismuto que contiene esta sustancia.

Estado natural.—El ácido sulfhídrico se encuentra en las aguas sulfurosas; se forma siempre que el azufre se halla con el hidrógeno naciente; de aquí resulta que se encuentre en los huevos podridos, en los gases intestinales, etc.

Preparacion.—Se prepara poniendo el sulfuro de antimonio en contacto con el ácido clorhídrico: el hidrógeno del ácido se combina al azufre del sulfuro, para formar el gas sulfhídrico; mientras que el cloro se une al metal y forma el cloruro de antimonio.

Usos.—Este ácido es útil como reactivo, y contra las enfermedades de la piel, etc. Thenard le ha empleado para destruir los animales nocivos, tales como las ratas, turones, etc.

Composicion.—La análisis ha hecho ver que está formado de 1 átomo de azufre y de 2 átomos de hidrógeno$=H^2$ S.

POLISULFURO DE HIDROGENO.—Es líquido á la temperatura ordinaria, y su color es amarillo, que tira algunas veces al moreno verdoso. Blanquea la lengua como el bióxido de hidrógeno, y causa en ella una sensacion desagradable de escozor. Decolora y altera la piel y destruye el color del tornasol. Su consistencia, unas veces es la de un aceite esencial y otras la de un aceite graso, lo que depende de la cantidad de azufre. Su olor es desagradable y particular y afecta penosamente los ojos. Su densidad es poco mas ó menos de 1,769; sometido á un frio de 20°, no se solidifica. Espuesto á un calor de 60 á 70° empieza á descomponerse; pero al calor del agua hirviendo, la descomposicion es muy pronta. En todos los casos resulta gas sulfhídrico, y un residuo de azufre. Abandonado á sí mismo, produce el mismo fenómeno, con la sola diferencia que el gas se desprende paulatinamente. El aire no le altera sino cuando se aproxima una bujia encendida; en este caso se inflama y produce agua y ácido sulfuroso.

El carbon muy dividido desprende el gas sulfhídrico: lo mismo sucede con el platino, el oro, el iridio y algunos otros metales; por lo regular sin unirse al azufre.

Los óxidos y los sulfuros obran sobre él del mismo modo que lo hacen sobre el bióxido de hidrógeno, dando lugar á fenómenos análogos. Es sobre todo digna de notarse la accion de los persulfuros alcalinos. En efecto, la accion es muy fuerte; se desprende ácido sulfhídrico y se precipita azufre. De aquí viene el que en su preparacion sea preciso echar el persulfuro alcalino en el ácido y no el ácido en el persulfuro, porque á medida que se forma el polisulfuro de hidrógeno, es descompuesto por el esceso del persulfuro alcalino.

Los ácidos lejos de descomponerle le dan como al bióxido de hidrógeno mucha mas estabilidad.

En fin, el azúcar, el almidon, la fibrina y la carne muscular le descomponen igualmente y se observa que las materias animales

obran sobre él mas enérgicamente que las sustancias vegetales.

El agua no le disuelve sensiblemente; lo mismo sucede con el alcohol. El éter le disuelve al principio; despues deja depositar cristales de azufre.

Para prepararle, se vierte en un gran embudo cuya parte inferior está tapada, ácido clorhídrico diluido en agua: se añade despues poco á poco, y agitándole, polisulfuro de calcio. El cloro del ácido se une con el calcio y forma un cloruro soluble; mientras que el hidrógeno se combina con el azufre, para constituir el polisulfuro de hidrógeno que se precipita y se separa destapando el embudo. La análisis ha demostrado en este cuerpo cantidades variables de azufre; acaso llegará á obtenerse un bisulfuro cuya composicion será de un átomo de azufre y un átomo de hidrógeno=H S.

ACIDO IODHIDRICO.--*Acido hidroiódico*.--El conocimiento del ácido hidroiódico, así como el de sus propiedades, es debido á Gay-Lussac.

Este ácido es gaseoso, incoloro, muy ácido, de un olor muy picante, enrojece la tintura de tornasol, apaga los cuerpos en combustion, y esparce vapores blancos al aire. Su densidad es=4,4288. Se descompone en parte á una temperatura roja; mezclado con el aire ó con el oxígeno, la descomposicion es total, se forma agua, y el iodo queda libre. El cloro y el bromo, se apoderan de su hidrógeno y dejan el iodo en libertad. Se combina con el sesquifosfuro de hidrógeno, formando un compuesto blanco cristalino.

Los ácidos sulfúrico y azóico le descomponen dando márgen á la formacion de agua á espensas del oxígeno del ácido clorhídrico. El iodo puesto en libertad se precipita. Los ácidos clórico, brómico é iódico le descomponen tambien.

Muchos metales, tales como el potasio, el sodio, el zinc, el hierro, el mercurio, etc., verifican igualmente la descomposicion aun á la temperatura ordinaria, desprendiéndose hidrógeno que se une á los metales.

El agua absorbe rápidamente el gas iodhídrico, y cuando la disolucion que resulta, está concentrada, constituye el ácido *iodhídrico líquido*, el cual tiene mucha densidad, y esparce al aire un humo espeso.

Este ácido está formado de un átomo de iodo y de un átomo de hidrógeno=H I.

Se obtiene tratando por una pequeña cantidad de agua el ioduro de fósforo, del cual hemos hablado ya en la página 67. Se calienta lijeramente: el agua se descompone, su hidrógeno se une al iodo y forma el gas iodhídrico, que se recibe sobre el baño de mercurio: mientras que su óxigeno se combina con el fósforo para constituir el ácido fosforoso que es fijo. Se puede obtener líquido con mas economía, haciendo pasar una corriente de gas sulfhídrico, al través de agua que tenga en suspension el iodo: el ácido sulfhídrico cede su hidrógeno al iodo, y su azufre se precipita. Se filtra y se concentra el líquido.

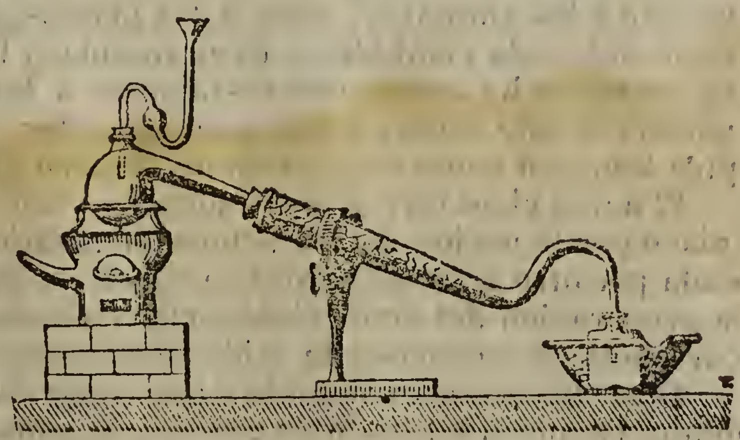
Acido bromhidrico.—Este ácido tanto en su composicion, como en sus propiedades, es análogo al precedente.

Acido cianhidrico.—(*Acido hidrociánico*, *ácido prúsico.*)—Está compuesto de un equivalente de cianógeno y un equivalente de hidrógeno=H^2 C^2 N^2.

Cuando se destilan con agua las hojas de albérchigo, las de laurel real *(prunus lauro cerasus)* y las almendras amargas, el agua destilada que se obtiene contiene el ácido cianhidrico. Scheele fue el primero que aisló este interesante compuesto del azul de Prusia. Scheele, químico sueco, nacido en Straslund en 1742, debe ser colocado en el número de los mas distinguidos sabios. Hizo descubrimientos numerosos y muy importantes: teniendo tan solo por auxiliares en un pequeño laboratorio de farmacia de provincia redomas y algunos tubos. Esto nos prueba que el genio no siempre tiene necesidad de un gran teatro para revelar su poder. Gay-Lussac obtuvo el ácido cianhidrico en el estado de pureza por el procedimiento siguiente.

Preparacion.—Se toma una retorta tubulada (fig. 33), en cuya tubulura se coloca un tubo en forma de S; á su cuello se enloda bien una de las estremidades de un tubo de cristal de un metro de largo, y la otra estremidad que está encorvada, se enloda á un frasco de cristal. Primeramente se llena la tercera parte de la longitud del tubo con mármol quebrantado, y las otras dos terceras partes, con cloruro de calcio bien seco y quebrantado. Se introduce el cianuro de mercurio pulverizado en la retorta, y se echa encima el ácido clorhidrico concentrado. Es necesario emplear un esceso de cianuro de mercurio para que no pase el ácido clorhidrico, que por otra parte es absorbido por el mármol.

Fig. 33.



Calentando suavemente la retorta, el ácido cianhidrico destila; se condensa al principio al rededor del mármol, desde donde se le dirige con el auxilio de un calor suave sobre el cloruro de calcio, y de aquí al recipiente que debe estar rodeado de una mezcla frigorifica.

Una proporcion de cianuro de mercurio reaccionado sobre otra de ácido clorhidrico, forma una proporcion de ácido cianhidrico y otra de percloruro de mercurio.

Propiedades.—Es un liquido incoloro de un olor fuerte y análogo al de las almendras amargas; su densidad de 0,70; hierve á + 26°; á — 15° se solidifica y á + 26° es gaseoso. La densi-

dad de este gas es de 0,9476. Enrojece débilmente el color de tornasol. Calentado el gas cianhídrico con el azufre, este absorbe el gas, dando orígen á una combinacion sólida, cristalina, soluble en el agua, que no precipita por las sales de plomo, pero que forma con los óxidos sales particulares. El fósforo se sublima sin descomponer este gas. Calentado con el hierro, se deposita carbon y se desprenden volúmenes iguales de hidrógeno y de ázoe. Calentado con el potasio, se forma cianuro potásico, y el hidrógeno queda en libertad. El gas cianhídrico es descompuesto á una temperatura elevada por la barita y por la potasa, y se desprende gas hidrógeno. Los óxidos fáciles de descomponer en presencia de este gas, se reducen al calor rojo, y los metales se unen al carbono con formacion de agua, de gas ácido carbónico, de ázoe y de gas óxido de ázoe.

Es uno de los venenos mas temibles que se conocen. Si se echa una sola gota de ácido cianhídrico puro sobre el ojo de un perro vigoroso, muere como herido por un rayo. Berzelius refiere que un químico que preparaba este ácido y que dejó caer un poco sobre su brazo desnudo, no obstante haberse inmediatamente evaporado el gas en consecuencia del calor, sucumbió en el espacio de dos horas. Este ácido causa la muerte, no solo á los animales, sino á las plantas. El mejor contraveneno del ácido cianhídrico es el amoníaco líquido diluido; con su auxilio se ha conseguido restablecer á los animales envenenados por este ácido, y que parecian estar ya muertos. Se emplea tambien como contraveneno el cloro gaseoso.

El ácido cianhídrico se trasforma en ácido fórmico y en amoníaco por la accion de los ácidos clorhídrico y sulfúrico, y sin duda por otro gran número de ácidos. Se sigue de aquí que en la preparacion del ácido cianhídrico es necesario evitar la concurrencia de un esceso de ácido clorhídrico.

Otro hecho muy notable y que sirve de prueba á lo precedente, es que el formiato de amoníaco, sometido á la accion del calor, se trasforma hácia los 180^0 en agua y en ácido cianhídrico.

El ácido cianhídrico se descompone prontamente y deposita copos negros.

De los acidos metaloidicos que ni contienen hidrogeno ni oxigeno.--Dos de entre estos ácidos, merecen que nos detengamos un instante en su consideracion: estos son, el ácido *fluobórico* y el ácido *fluosilícico.*

Acido fluoborico. (*Fluoruro de boro, gas fluoborado.*)--Fue descubierto por Gay-Lussac y Thenard: es gaseoso, incoloro, de un olor picante análogo al del ácido clorhídrico, de un sabor muy ácido. Su peso específico =2,371. Apaga los cuerpos en combustion y es impropio para la respiracion.

El fuego, el aire y el oxígeno no le alteran.

El agua disuelve 700 veces su volúmen; de donde resulta que es el as mas soluble.

Se miró primeramente como formado de ácido bórico y de

ácido fluorhídrico: hoy se está ya de acuerdo sobre su composicion, y se considera como formado por la combinacion del fluor con el boro.

Se puede obtener calentando una mezcla compuesta de ácido bórico; de fluoruro de calcio y de acido sulfúrico. Al principio se forma ácido fluorhidrico, el cual en contacto con el ácido bórico se descompone en hidrógeno, que forma agua con el oxígeno del ácido bórico y en fluor; que combinándose con el boro, constituye el gas fluobórico.

No existe en la naturaleza y no tiene usos.

Acido fluosilicico.—Es gaseoso, incoloro, de un olor muy picante bastante semejante al del gas clorhidrico, de una densidad de 3,5755: enrojece fuertemente el tornasol.

El fuego y los metalóides no tienen accion sobre él.

El agua le descompone: su silicio se une al oxígeno del agua, y forma ácido silícico gelatinoso, y su fluor se apodera del hidrógeno para formar el ácido fluorhídrico.

Está formado de 6 átomos de fluor y 1 átomo de silicio = $Si\,F^6$.

Se obtiene como el precedente, y solamente se reemplaza el ácido bórico por la arena, la cual no es otra cosa que el ácido silícico. La teoría es la misma.

§ V. De los metales.

Se han designado con el nombre de *metales* unos cuerpos simples, casi completamente opacos, muy brillantes en masa ó en polvo grueso, y dotados de la propiedad de tomar un brillo muy vivo cuando han sido bruñidos. Son buenos conductores del calórico y de la electricidad: se combinan en muchas proporciones con el oxígeno, y forman óxidos cuya propiedad mas esencial es la de poderse combinar con los ácidos. Notamos, sin embargo, que hay unos que no forman mas que ácidos y no bases; y otros que forman bases y ácidos.

Los metales conocidos hoy son en número de 39; y como se les ha dividido en seis secciones, los citaremos según el órden de su clasificacion.

Han sido propuestas muchas clasificaciones para los metales; pero la que se sigue generalmente es debida á Thenard.

1.ª *seccion.*—Metales que pueden absorber el oxígeno á la temperatura mas elevada y descomponer el agua á la temperatura ordinaria, apoderándose de su oxígeno y desprendiendo su hidrógeno con efervescencia. Estos son: el potasio, sodio, litio, bario, estroncio y calcio.

2.ª *seccion.*—Metales que pueden absorber el oxígeno á la temperatura mas elevada, pero que no descomponen el agua sino á la temperatura de 100 á 200°. Estos son: el magnesio, glucinio, itrio y aluminio.

3.ª *seccion.*—Metales que pueden absorber el oxígeno á la temperatura mas elevada, pero que no descomponen el agua sino á un grado de calor rojo: manganeso, zinc, hierro, estaño, cadmio, cobalto y níquel.

4.ª *seccion.*—Metales que absorben el oxígeno á la temperatura mas elevada, pero que no descomponen el agua á ninguna temperatura: arsénico, molibdeno, cromo, vanadio, tungsteno, colombio, antimonio, titano, teluro, urano, cerio, bismuto, cobre y plomo.

Los 8 primeros son acidificables, y los otros 6 oxidables.

5.ª *seccion.*—Metales que no pueden absorber el oxígeno sino á cierta temperatura, y que no pueden descomponer el agua.

Sus óxidos se reducen á una temperatura elevada: mercurio, osmio, rodio, iridio y paladio.

6.ª *seccion.*—Metales que no pueden absorber el oxígeno ni descomponer el agua á ninguna temperatura, y cuyos óxidos son reductibles á una temperatura inferior al calor rojo: plata, oro y platino.

Segun nuevas esperiencias, Regnault ha hecho en esta clasificacion las modificaciones siguientes:

1.ª *seccion.*—Metales que absorben el oxígeno á todas temperaturas y descomponen el agua desde 0^0 hasta la temperatura mas elevada: potasio, sodio, bario, litio, estroncio, calcio y magnesio.

2.ª *seccion.*—Metales que absorben el oxígeno á una alta temperatura, y no descomponen el agua con efervescencia, sino á la temperatura de $+100^0$ poco mas ó menos: aluminio, glucinio, circonio, torio, itrio, cerio y manganeso.

3.ª *seccion.*—Metales que absorben el oxígeno á la temperatura mas elevada, y que no descomponen el agua al calor rojo cuando obran solos, al paso que la descomponen á la temperatura ordinaria, bajo la influencia de los ácidos enérgicos: hierro, níquel, cobalto, zinc, cadmio, cromo y vanadio.

4.ª *seccion.*—Metales que absorben el oxígeno á la temperatura mas elevada, y que no descomponen el agua sino al calor rojo; pero que no tienen accion sobre ella á la temperatura ordinaria en presencia de los ácidos; además son acidificables por el ácido nítrico, el agua régia y el nitrato de potasa: tungsteno, molibdeno, osmio, colombio, titano, estaño, antimonio y urano.

5.ª *seccion.*—Metales que no descomponen el agua sino muy débilmente y á la temperatura mas elevada: sus óxidos son básicos; cobre, plomo, bismuto y plata.

6.ª *seccion.*—Metales que no tienen accion sobre el agua cualquiera que sea la temperatura, y cuyos óxidos son reductibles solo por el calor. mercurio, rodio, iridio, paladio, platino y oro.

Regnault opera calentando los metales químicamente puros, por medio de una corriente de vapor de agua en tubos de porcelana. El arsénico y el teluro no teniendo accion, segun él, sobre el agua (al menos por lo que respecta al arsénico, la accion

es muy dudosa), se asemejan mas á los metalóides, con los cuales tienen la mayor analogía.

PROPIEDADES FISICAS.—Todos los metales son sólidos á la temperatura ordinaria, escepto el mercurio que no se solidifica sino á una temperatura de—39 á—40°.

El color de los metales varía mucho: el oro es amarillo, el cobre y el titano le tienen rojo, los unos son azulados, los otros mas ó menos blancos. Muchos de entre ellos ofrecen un olor y un sabor desagradable cuando se frotan. Tienen casi todos un peso específico mayor que el del agua, y que varía al infinito, desde 0,86507, peso del potasio, y 0,972, el del sodio, hasta 20,98, el del platino, tomando siempre el peso del agua como punto de comparacion.

Brillo.—Se da el nombre de *brillo metálico* al lustre muy vivo y particular de los metales aun reducidos á polvo: esto depende en la propiedad que tienen estos cuerpos de reflejar la luz.

Opacidad.—Por mucho tiempo se ha mirado á los metales como absolutamente opacos; pero una hoja de oro muy fina deja pasar algunos rayos luminosos, y el oro es el mas denso de todos los metales despues del platino. Es evidente que no son enteramente opacos, á no ser que se admita que el batido produce agujeros imperceptibles que permiten pasar la luz.

Ductilidad.—Se da este nombre á la propiedad que tienen los metales de reducirse á hilos mas ó menos delgados; y se da por el contrario, el nombre de *maleabilidad* á la propiedad que tienen otros de estenderse en láminas mas ó menos finas. El hierro, el cobre y la plata son dúctiles; el plomo, el oro y el estaño son maleables. La plata es dúctil y maleable, etc. En fin, se dicen que son quebradizos cuando no poseen ninguna de estas propiedades, entonces el simple choque los reduce á polvo; tales son el bismuto, el arsénico, el antimonio, etc.

Tenacidad.—Se dice que los metales tienen tenacidad, cuando reducidos á hilos, pueden soportar un peso mas ó menos considerable: por ejemplo, un hilo de hierro de dos milímetros de diámetro sostiene sin romperse un peso de 249 kilógramos 659 gr.: este metal es el que posee dicha propiedad en el mas alto grado.

La *dureza* es la propiedad que tienen de rayar mas ó menos á los otros cuerpos; tal es el hierro. Otros por el contrario, son blandos como la cera; tales son el potasio y el sodio.

Los metales ofrecen una estructura muy variable: unos son laminosos, como el bismuto, el antimonio y el zinc; otros son fibrosos, como el hierro; y otros, en fin, son granosos, como el antimonio puro, y su cristalizacion es generalmente derivada de la forma cúbica.

Los metales son elásticos y sonoros, propiedades que estan en relacion con su dureza. Son mas dilatables por el calor que los otros sólidos.

El calórico los funde mas ó menos fácilmente. El potasio, el

sodio, el plomo, el estaño y el bismuto no exigen sino la temperatura de un hornillo ordinario. El platino, el rodio y el iridio no se funden por el contrario, sino al calor que producen quemándose el oxígeno y el hidrógeno. Algunos son volátiles; tales son el mercurio, el arsénico, el zinc, el potasio, etc.

Conducen muy bien el fluido eléctrico; por esto se sirven de los metales para la construccion de máquinas eléctricas. Cuando su superficie basta para el desarrollo del fluido, no esperimentan ninguna alteracion; pero cuando no es suficiente, el fluido penetra en su interior, los calienta y aun concluye por fundirlos y volatilizarlos. He aquí cómo obra la descarga de una fuerte batería eléctrica. Si la esperiencia se hace en el aire ó en el oxígeno, algunos metales se queman produciendo llamas de color variado: por ejemplo, el hierro la da blanca; el zinc, blanca mezclada de azul y de rojo; el estaño, blanca azulada; la plata, verde, etc.

Algunos metales poseen la propiedad de ser atraidos por el iman: estos son el hierro, el cobalto y el niquel; pero sobre todo el hierro ó el hierro en estado de acero es el que la posee en mas alto grado. Además el hierro puede adquirir la propiedad del iman y atraer entonces el hierro, el acero, etc., como lo hace el iman.

Propiedades quimicas.—El *gas oxigeno* se combina con todos los metales sin escepcion, y forma compuestos que estudiaremos con el nombre de óxidos metálicos. Pero esta combinacion se hace de diferentes maneras segun la seccion á que pertenecen los metales.

Hemos hablado ya acerca de este punto al principio de este artículo, y no volveremos á repetir lo ya manifestado. Diremos solamente que los de la 1.ª seccion pueden absorber el oxígeno á la temperatura ordinaria; que los de la 2.ª y 3.ª seccion le absorben bajo la influencia de la humedad; que muchos de los de la 4.ª seccion se oxidan lijeramente y se deslustran en las mismas circunstancias. Muchas de estas combinaciones se hacen con desprendimiento de calórico y luz.

El *aire* obra sobre los metales de la misma manera que el oxígeno, con la sola diferencia de que su accion es mas lenta, y que despues de estar oxidados ciertos metales pasan al estado de carbonatos. Entre los metalóides no hay mas que el fósforo, el azufre, el cloro, el iodo, el bromo y probablemente el fluor que se unan con todos los metales. Respecto de los otros se combinan preferentemente con ciertos metales; tales son: el hidrógeno, el boro, el carbono, el silicio y el ázoe.

El *fósforo* se combina con los metales, produciendo *fosfuros* sólidos, inodoros y quebradizos. La combinacion se verifica las mas veces con desprendimiento de calórico y luz.

El *azufre* se combina directamente con todos los metales, las mas veces con desprendimiento de calórico y luz, resultando combinaciones que poseen las propiedades electro-negativas ó electro-positivas, que se llaman *sulfuros* y que pueden combi-

narse unos con otros para formar una serie de sales que se llaman *sulfosales*.

Todos los metales, á escepcion del cromo, titano, colombio, rodio é iridio, se combinan con el cloro á la temperatura ordinaria ó á una temperatura poco elevada, produciendo casi siempre desprendimiento de calórico y luz; y á estos compuestos que estudiaremos mas adelante, se les da el nombre de *cloruros*.

El *iodo* y el *bromo* forman tambien combinaciones con todos los metales, dando origen á las mismas reacciones que las que presenta el cloro; solamente el iodo exige muchas veces una temperatura elevada. Estas combinaciones constituyen los *ioduros* y los *bromuros*.

Ningun metal es soluble en el *agua* si no está oxidado; y aun esta propiedad no pertenece sino á algunos de ellos. Los metales de la 1.ª seccion descomponen el agua á la temperatura ordinaria. Los de la 2.ª seccion verifican la descomposicion del agua á una temperatura de 100 á 200°. Los de la 3.ª á una temperatura roja. Los de otras secciones no la descomponen. Auxiliando la reaccion con la presencia de un oxiácido poderoso, hace adquirir á los metales de la 2.ª y 3.ª seccion la propiedad de descomponer el agua á la temperatura ordinaria. En todos los casos el oxígeno del agua se combina al metal, y el hidrógeno se desprende. Los principales hidrácidos producen igualmente un desprendimiento de hidrógeno; pero en este caso se admite que es el hidrógeno del ácido el que queda libre, mientras que su radical se combina al metal.

Escepto el cromo, el tungsteno, el colombio, el titano, el urano, el cerio, el osmio, el paladio, el rodio, el platino, el oro y el iridio, todos los demás metales descomponen el *ácido sulfúrico concentrado* á la temperatura de 100 á 200°. No obstante la descomposicion se hace mas ó menos fácilmente segun la cohesion del metal y su afinidad para con el oxígeno. Pero de cualquier modo que sea, siempre hay formacion de un sulfato y desprendimiento de ácido sulfuroso. Si el ácido estaba diluido en agua, entonces no obraria sino sobre los metales de las tres primeras secciones, escepto el estaño; en este estado la accion es viva, el agua se descompone, se desprende hidrógeno y se forma un sulfato. Advertimos que como el ácido sulfúrico concentrado contiene siempre agua, debe haber tambien desprendimiento de hidrógeno.

El *ácido azóico concentrado* ataca los mismos metales que el ácido sulfúrico, y además al urano y al paladio; su accion tiene lugar las mas veces á la temperatura ordinaria. Resulta ordinariamente gas óxido de ázoe ó gas ázoe, y un óxido metálico que se une casi siempre al ácido. Puede resultar tambien que el metal se acidifique, y no haya combinacion con el ácido. Algunas veces se descompone el agua al mismo tiempo que el ázoe del ácido azóico queda libre: entonces el hidrógeno en el estado naciente se combina con el ázoe y forma

amoníaco, que se une con una parte del ácido. Esta reaccion tiene lugar sobre todo con las limaduras de hierro. El ácido azóico un poco débil obra tambien muy enérgicamente sobre los metales, y aun algunas veces su accion es muy pronta; esto es lo que sucede con las limaduras de hierro ó la granalla de estaño. En efecto, el ácido concentrado no los ataca, al paso que el ácido un poco diluido produce una reaccion de las mas vivas.

Examinemos rápidamente las aplicaciones que pueden depender de la accion del ácido nítrico sobre los metales: como disuelve todos los que ataca, escepto el estaño y el antimonio que trasforma en óxidos insolubles, casi siempre que se quiere obtener una disolucion metálica se emplea el ácido nítrico. Así es que para los usos industriales se disuelven frecuentemente el hierro, el zinc, el plomo, el cobre, etc. en el ácido nítrico; *el grabado al agua fuerte* es un arte que está fundado en la propiedad que tiene el ácido nítrico de disolver los metales. Se cubre con una capa muy fina de barniz de cera la superficie de una plancha de cobre muy limpia y bien pulimentada; se estiende bien sobre esta plancha un papel barnizado en el cual está calcado el dibujo, y se quita despues el barniz que hay bajo cada línea formada por el dibujo, para cuyo fin se usa de una punta muy aguda. Por esta operacion el dibujo marcado en el papel queda descubierto en el cobre. En este estado se pone al rededor de los bordes de la plancha un rodete de cera; se vierte sobre la superficie ácido nítrico á 26° diluido en un volúmen de agua igual al suyo; se deja reposar el líquido que ataca todas las líneas del metal formadas por la punta, y el ácido determina allí la concavidad. El resto de la plancha se encuentra preservado de la accion del ácido por la capa de barniz. Cuando el metal está suficientemente disuelto se hace escurrir el agua fuerte escedente, se lava y se disuelve el barniz con la esencia de trementina, se limpia despues el cobre y se perfeccionan en seguida con ayuda de la impresion los diseños cóncavos producidos sobre el metal.

El *gas clorhídrico*, puesto en contacto con el potasio, sodio, manganeso, zinc, hierro y estaño, se descompone; su cloro se une al metal, y su hidrógeno se desprende. Es probable que todos los metales alcalinos y terrosos se conduzcan de la misma manera con este ácido. Los metales de las tres últimas secciones no tienen accion sobre él. Cuando está en disolucion en el agua, la accion es muy pronta en algunos casos: esto sucede con el zinc, el manganeso, el hierro y el estaño. Aunque este ácido no obra sobre los metales de la 4.ª seccion, sin embargo en caliente y con el contacto del aire ó del oxígeno, el cobre, el plomo, etc., pueden por él ser atacados: sucede aquí que el oxígeno obra por una parte sobre el ácido para apoderarse de su hidrógeno, mientras que el metal tiende á combinarse con el cloro.

Agua regia.—*Acido cloroazóico.*—Muchos metales, como el

platino y el oro, son inatacables por los oxiácidos y por los hidrácidos. Se emplea entonces un líquido muy enérgico, cuyo conocimiento es debido á los alquimistas que le dieron el nombre de agua régia, fundados en ser el disolvente que empleaban para disolver el oro, el rey de los metales.

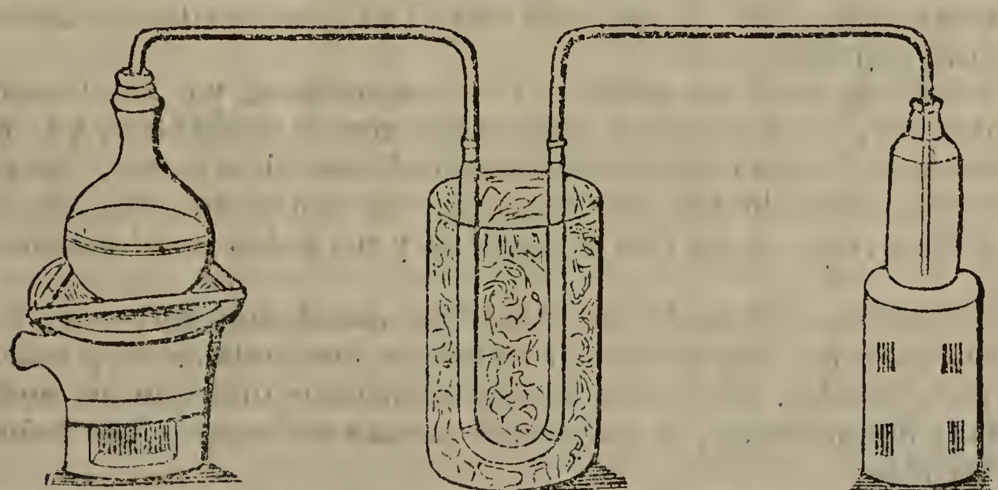
Se prepara el agua régia mezclando 4 partes de ácido nítrico y 1 parte de ácido clorhídrico. Esta mezcla ataca al boro, al carbono, al fósforo, al azufre y al selenio, como asimismo á casi todos los metales y á los compuestos de que forman parte. Es por consiguiente uno de los agentes mas enérgicos que se conocen.

El agua régia se ha considerado por mucho tiempo como una simple mezcla de los dos ácidos; así la llamaban *ácido nitromuriático*. Pero hoy se sabe que consiste en una combinacion de cloro y de ácido azooso, que corresponde al ácido azóico anhidro. En efecto, cuando se hace pasar el gas clorhídrico al través del acido nítrico, todo el hidrógeno del primero se combina con una parte del oxígeno del segundo, resultando de aquí cloro y ácido azooso. El agua régia, en el momento que acaba de ser preparada, consiste en una mezcla de los cuerpos que acabamos de nombrar, y de los ácidos que sirven para prepararla.

Baudrimont en estos últimos tiempos, ha podido obtener el gas del agua régia, y condensarle en un líquido, que goza de propiedades particulares.

Si se hace una mezcla de 4 partes de ácido clorhídrico y 5 partes de ácido azóico del comercio, se introduce en un matraz y se calienta á $+86^{\circ}$, produce un gas rojo que se puede recoger como el cloro, sirviéndose del esceso de su peso específico, sobre el de la atmósfera. Pero antes se le hace pasar por un tubo en forma de U, sumergido en hielo triturado, á fin de retener los vapores estraños (fig. 34).

Fig. 34.



Se obtiene así un gas coloreado de un rojo amarillento, casi

como el vapor del ácido hipoazóico, que tiene un peso específico de 2,49. Este gas tiene por fórmula $Az^2 O^3 Cl^4$, que corresponde al ácido azóico anhidro.

Un vólumen de gas cloroazóico contiene pues $\frac{1}{3}$ de volúmen de ázoe, $\frac{1}{2}$ volúmen de oxígeno y $\frac{2}{5}$ de volúmen de cloro.

El gas cloroazóico presenta las principales reacciones del cloro; se distingue, sin embargo, en que obra lentamente sobre el potasio á la temperatura ordinaria, y en que se puede fundir en el fósforo, sin que aparezca luz como sucederia con el cloro.

Si se hace llegar el gas cloroazóico á un tubo en U sumergido en una mezcla refrigerante de sal marina y hielo contundido, se condensa un líquido rojo cuyo peso especifico es=1,3677 á+8° y que hierve á—7,2.

El ácido cloroazóico líquido disuelve el oro y no ataca sensiblemente el fósforo. Cuando se hace pasar una corriente de gas cloroazóico por el agua le absorbe durante largo tiempo sin colorearse: llegada cierta época empieza á volverse roja, y á contar desde este momento, toma tanto gas, como el que contenia hasta dicha época. A 0° disuelve los 0,395 de su peso, que corresponde aproximadamente á 122 veces su volúmen y á un poco mas de 30 equivalentes de agua con respecto á uno de ácido. La disolucion saturada de gas cloroazóico tiene un peso específico de 1,1611. Goza de todas las propiedades atribuidas al agua régia; es decir, de disolver el oro y el platino, y de destruir los colores vegetales, incluso el añil.

El agua régia obra cediendo á los metales el cloro en el estado naciente y quedando convertidos en cloruros mediante su accion.

Hemos visto ya, al tratar del *hidrógeno*, la accion que ciertos metales ejercen en contacto con el oxígeno; es de consiguiente inútil repetirlo aquí.

Estado natural.—Los metales se encuentran ya en el estado de libertad, y estos son en general los menos oxidables; ya por el contrario los que tienen mas afinidad con el oxígeno, se encuentran en estado de combinacion, sea con el oxígeno, el cloro, el fluor, etc., ó sea con el oxígeno y un ácido en el estado de sal.

Estraccion.—El modo de estraer los metales es muy variable: hablaremos de este punto al tratar de los metales en particular. Este estudio, en el cual no examinaremos mas que los metales mas importantes, se hará en el mismo órden que los hemos clasificado.

Usos.—Muchos metales tienen un uso muy frecuente: entre ellos se encuentran el hierro, el cobre, el plomo, el estaño, el zinc, el platino, etc.

Metales de la 1ª seccion.—Entre los seis metales que componen esta seccion, solo trataremos del potasio y del sodio, que ofrecen verdaderamente algun interés.

Los metales de la 1ª seccion, unidos al oxígeno, dan origen á los óxidos que se conocen con el nombre de *álcalis*: de aquí el nombre de *metales alcalinos* con el que se les designan algunas veces.

Potasio.—El potasio fue descubierto por Davy; es sólido y posee el brillo metálico en el mas alto grado. Cuando está recientemente preparado, se asemeja á la plata mate; pero se deslustra al momento en contacto del aire. Es tan blando como la cera, se raya fácilmente con la uña y se puede cortar con un cuchillo; ofrece en este caso un corte liso, compacto y de los mas brillantes. Su peso específico=0,865. Sometido á una temperatura de 58°, entra en fusion; y si el calor es mas fuerte se volatiliza produciendo un vapor verde.

Espuesto al contacto del aire ó del oxígeno, aun á la temperatura ordinaria, se apodera de este último gas, y produce un óxido blanco que recubre ordinariamente el potasio, y le impide oxidarse fácilmente. Si se calienta el potasio, en un esceso de oxigeno, pasa al instante al estado de peróxido; en todos los casos, la combinacion se verifica con desprendimiento de calórico y luz. Esta propiedad de oxidarse fácilmente, hace que sea preciso conservarle en el aceite de nafta.

Su afinidad para con el oxígeno es tal, que descompone instantáneamente el agua, se apodera de su oxígeno y el hidrógeno se desprende; mas como el calórico que se desenvuelve es en bastante cantidad, el hidrógeno se inflama á medida que se produce. El potasio queda trasformado enteramente en óxido, el cual en su totalidad se disuelve en el agua.

Para obtenerle se puede seguir el procedimiento siguiente: se toma un fragmento de potasa en el cual se hace una cavidad que se llena de mercurio: se coloca entonces este fragmento sobre una placa metálica y se hacen llegar los dos polos de una pila enérgica, de manera que el polo positivo esté en contacto con la placa y el polo negativo con el mercurio. Despues de haber activado la pila el mercurio contiene bastante potasio: se destila la amalgama con el aceite de nafta empleado aquí para arrojar por su volatilizacion el aire contenido en la retorta. Se volatiliza despues el mercurio, y el potasio queda en el estado de pureza.

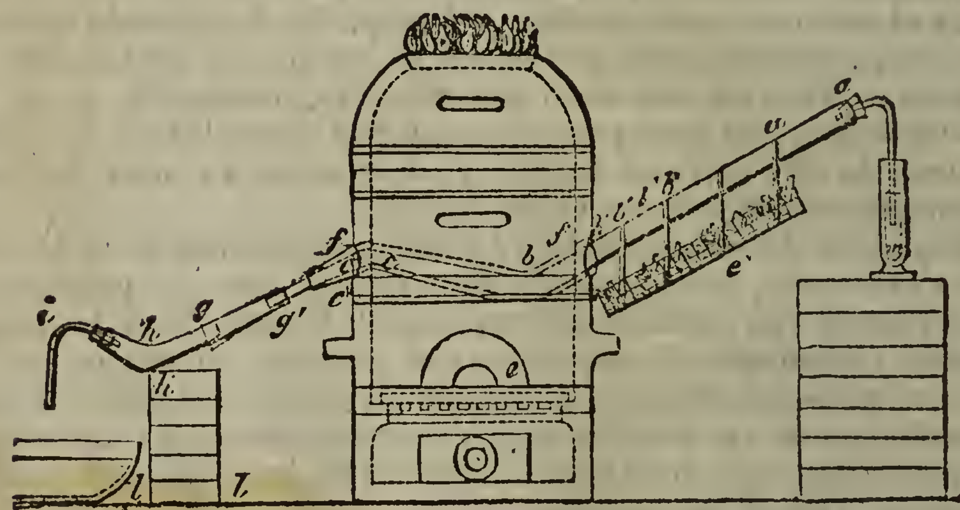
Se obtiene en mayor cantidad esponiendo la potasa á una temperatura elevada á la accion del hierro ó del carbon; estos se apoderan del oxígeno y dejan libre el potasio que se volatiliza.

Este procedimiento presenta grandes dificultades en su ejecucion para obtener el metal en cantidades notables. Vamos á dar segun Thenard la descricion del que este químico ha indicado en union con Gay-Lussac.

Estraccion del potasio del hidrato de potasa por el hierro (fig. 35).—Se toma un cañon de fusil, se limpia y se seca interiormente

frotándole con arena y agua y enjugándole despues con un lienzo ó papel. Se hace en seguida enrojecer sucesivamente en c' y en $'b$, para encorvarle como se ve. Se recubre entonces des-

Fig. 35.



de b'' hasta c'', con una capa de cerca de 16 milímetros de grueso, compuesta de un lodo hecho con 5 partes de arena y 1 parte de barro de alfareros. Se deja secar á la sombra por espacio de cinco ó seis dias, al cabo de los cuales se espone al sol ó á un calor suave para concluir la desecacion. Si se hacen algunas grietas, se reparan con lodo fresco.

Estando bien enlodado el cañon, se llena desde b' hasta c de limaduras de hierro bien limpias por la trituracion con la arena; se dispone este cañon en un hornillo de reverbero como se ve en la figura; se le sujeta en este hornillo con fragmentos de ladrillo y de un lodo infusible ó de la misma naturaleza que el que cubre el cañon: se colocan despues fragmentos de hidrato de potasa desde b' hasta a', y se adapta por una parte á la estremidad superior a un tubo de cristal que se hace sumergir en el mercurio, y por otra parte á la estremidad inferior d un recipiente de cobre gg' hh' formado de dos piezas que se ensanchan y entran á tornillo el uno en el otro. Este recipiente colocado sobre un pedestal ll' recibe por su abertura gg' la estremidad del cañon d, y por su otra abertura hh' un tapon con un tubo de cristal encorvado i. En fin, se hace llegar el cañon de un buen fuelle al cenicero por la puerta e, la cual se tapa en seguida con tierra y ladrillos y se coloca una rejilla semicilíndrica e' de

alambre, bajo la parte *a' b'* del cañon, de manera que le rodee inferior y lateralmente y que esté distante de él cerca de una pulgada ó 17 milímetros.

Dispuesto así el aparato, estando bien cerradas las puertas del hogar y del cenicero, igualmente que todas las hendiduras, y estando los lodos bien secos, se echan alternativamente por la chimenea carbon frio y carbon incandescente en el hornillo hasta que este se halle casi enteramente lleno. Se coloca un lienzo mojado en *b'* por temor de que se funda el hidrato y se sopla lentamente hasta que la llama aparezca por encima de la cúpula. Llegada esta época se aumenta la corriente de aire, de manera que se haga la mas fuerte posible. Luego que el carbon del fusil está escesivamente caliente, se quita el lienzo colocado en *b* y se funde el hidrato contenido en *b' b''*, para lo cual se ponen poco á poco algunos carbones incandescentes sobre la rejilla para rodear esta parte del tubo. El hidrato se funde, pasa á *b*, y se encuentra por consiguiente en contacto con las limaduras de hierro á una muy alta temperatura, de donde resulta que estan llenas las condiciones necesarias para la descomposicion del protóxido de potasio. Pero como el agua á que está unido, se descompone al mismo tiempo que él, se debe obtener á la par, y se obtiene en efecto, potasio y gas hidrógeno. El potasio se volatiliza y se condensa en la estremidad *c d* del cañon; y de aquí pasa en el estado líquido al recipiente *gg' hh'*. El hidrógeno se desprende en el estado de gas por la estremidad del tubo *i*, arrastrando alguna vez con él materias que le hacen nebuloso, y aun algunas veces potasio que se inflama.

Muchas señales permiten reconocer si la operacion se conduce bien: las mas seguras de todas son el desprendimiento del gas, que debe ser rápido sin que resulten vapores demasiado densos á la estremidad del tubo de cristal *i*. Cuando se disminuye el desprendimiento, que se conoce sumergiendo de tiempo en tiempo el tubo *i* en el agua, se infiere que no hay ya casi hidrato en la parte *b' b''* y se funde el que está en *b'' b'''*, rodeándole de carbones incandescentes como antes, y así sucesivamente. La operacion está concluida cuando el fuego se ha llevado por el órden progresivo hasta *a'*. Se quita entonces el cañon de fusil y se deja enfriar despues de haber cerrado con lodo los tubos *a* é *i*; todo el potasio se encuentra en el recipiente *gg' hh'*, y se saca con una varilla de hierro encorvada separando la parte *gg'* de la parte *hh'*: se funde en un tubo bajo el aceite de petroleo destilado, se comprime allí y se conserva colocando el mismo tubo en medio del aceite dentro de un frasco de cuello ancho y cerrado con tapon esmerilado.

Sucede algunas veces que á la mitad de la operacion los gases cesan de repente de desprenderse por el tubo *i*, y lo hacen por el tubo *m*. Este fenómeno anuncia que el fuego no es bastante fuerte, y que el protóxido de potasio pasa al través de las limaduras de hierro sin descomponerse. En este caso es necesario poner fuego al rededor de la parte *d* del cañon para

hacer fundir el protóxido de potasio que le obstruye, y suspender la operacion si esto no se consigue.

Sucede tambien algunas veces que los gases no se desprenden ni por *i* ni por *m*, aunque se hagan fundir nuevas porciones de hidrato contenidas en *b' a'*. Se debe inferir de aquí que los lodos no han resistido bastante, y que el tubo de hierro oxidándose ha sido perforado: en este caso se debe siempre suspender la operacion y empezarla de nuevo en otro tubo.

De 100 gramos de hidrato se sacan todo lo mas 25 de potasio, y se encuentran en el cañon cerca de 60 gramos de protóxido que ha escapado de la descomposicion, probablemente por estar íntimamente combinado con el óxido de hierro. Esta combinacion en la cual se encuentra mucho hierro en el estado metálico, forma una masa muy adherente que es difícil desprender de otra manera que por golpes de martillo ó por lociones repetidas.

Sodio.—El sodio es inodoro, casi tan dúctil y tan blando como la cera. Tiene un color análogo al del plomo; su fractura es compacta y muy brillante. Su peso específico =0,972. Se funde á 90° y no se volatiliza.

Sus demás propiedades tienen tanta analogía con las del potasio, que cuando se conocen las de este último cuerpo, se puede hacer la historia del otro.

Se obtiene absolutamente de la misma manera que el potasio.

Litio, bario, estroncio y calcio.—Estos cuatro cuerpos tienen la mayor analogía en sus propiedades. Como son enteramente inusitados, los pasaremos en silencio, y diremos solamente que para obtenerlos se sigue absolutamente el mismo procedimiento que hemos descrito para obtener el potasio.

Metales de la 2ª. seccion.—Estos metales son en número de seis, á saber: *aluminio, itrio; terbio, erbio, glucinio y magnesio.*

Estos metales se llaman *terrosos* porque sus óxidos se conocian antiguamente con el nombre de *tierras*. No se pudo reducirlos durante largo tiempo. Woelher y Bussy son los que han conseguido aislarlos calentando sus cloruros con el potasio.

Estos metales son enteramente desusados y no nos detendremos en ellos.

Metales de la 3.ª seccion.—Entre los siete metales que componen esta seccion, á saber, el *manganeso*, el *zinc*, el *hierro*, el *estaño*, el *cadmio*, el *niquel* y el *cobalto*, no hay sino tres, el zinc, el hierro y el estaño, respecto de los cuales trataremos con alguna detencion.

Manganeso.—Este metal, descubierto por Scheele y Ganh en 1774, es sólido, muy quebradizo, muy duro, granujiento, de un color gris blanco, que pesa 6,85, que se funde á 160° del pirómetro de Wedgwood, no es volátil y se combina fácilmente con el oxígeno en muchas proporciones. Este metal, que no tiene usos, se obtiene calcinando el peróxido de manganeso con carbon. Obtenida así, retiene siempre carbono en combinacion.

Hierro.—Este metal es conocido desde los tiempos mas remotos; es el mas útil y el mas comun de todos los metales. La mayor parte de las artes mecánicas emplean el hierro, la fundicion ó el acero, y se puede ciertamente juzgar del estado de la industria de una nacion estimando el hierro que en ella se consume. La medicina ha encontrado en las combinaciones del hierro medicamentos de la mayor utilidad; la pintura ha obtenido de ellas muy bellos colores, etc. En tiempo de los romanos sus usos eran muy limitados. Se le conocia con el nombre de *marte.*

Estado.—Los minerales que contienen el hierro como elemento principal son muy numerosos. Se encuentra en el estado nativo, en el estado de óxido, en el de sulfuro, y formando sales, como carbonato, silicato, fosfato, sulfato, etc. Existen tambien masas de hierro nativo muy considerables. Cerca de Magdebourg se ha descubierto una masa de hierro metálico de 800 miriágramos que tiene todas las cualidades del acero. Segun Valerius los moros esplotan en el Africa una inmensa masa de este metal. Se puede juzgar con alguna certeza que estas masas de hierro nativo han caido de la atmósfera. Estan compuestas, como los aerólitos, de hierro, manganeso, cromo, magnesio, níquel, azufre, oxígeno, etc.

Fabricacion de la fundicion y del hierro.—Los minerales de hierro se dividen en dos grandes clases: 1.ª terrosos, que comprende los óxidos, y 2.ª espático, silicato ó carbonato. Se escogen, se quebrantan y se lavan los minerales terrosos.

Se tuestan los minerales espáticos para separarlos el azufre y el arsénico y se esponen al aire para separarlos la magnesia en el estado de sulfato. Los minerales así preparados, se tratan en grandes aparatos que se llaman hornos de fundicion, que consisten en dos conos truncados reunidos por su base mayor. Se les carga por su parte superior y se llenan al principio de carbon. Luego que se han elevado á una temperatura muy alta, se echan en él alternativamente carbon y mineral mezclado de fundente: este debe ser arcilloso cuando el mineral es calcáreo, y calcáreo cuando domina en el mineral la ganga de arcilla ó de sílice. La sílice forma con el auxilio de una temperatura elevada silicatos fusibles. Añadiendo la sílice en las minas calcáreas, se determina la formacion de silicato de cal. La sílice tiene tambien la ventaja de separar la mayor parte del manganeso en el estado de silicato de manganeso. Cuando por el contrario la sílice domina, la cal tiene la ventaja de preservar ó de reemplazar á una gran cantidad de óxido de hierro que formaria silicato fusible con la sílice y ocasionaria una pérdida de consideracion.

La fundicion se hace en la parte inferior del hornillo, y está cubierta por las escorias que son, segun Mitscherlich, silicatos de hierro, de cal y de manganeso en proporciones definidas.

Se cuentan en Francia cuando menos 500 hornillos de fundicion y 1400 fuegos de refinadura, que producen cada año 3.000,000 de quintales métricos de hierro. Segun Balascheff, la Bélgica

posee actualmente 150 hornillos de fundicion, los cuales producen la mitad de la fundicion que todos los departamentos reunidos de Francia.

De algunos años á esta parte se ha introducido en las fábricas de hierro una mejora importante. Consiste en hacer pasar sobre el mineral introducido en los hornillos de fundicion, aire calentado entre 160 y 400°. Se obtiene así mas producto con menos combustible y mas regularidad en las operaciones de los hornos de fundicion. En Escocia, en las fundiciones de la Clide fue donde se empezó á emplear este procedimiento, y desde entonces la aplicacion del aire calentado ha dado resultados muy satisfactorios en los hornos de los herradores y de los cerrajeros.

En el laboreo de la fundicion se ha sustituido en algunas partes al carbon de madera el uso del coake, y tambien en estos últimos tiempos se ha empleado con muy buen éxito la madera tostada. He aquí, segun Balascheff, que ha publicado una noticia muy interesante sobre este objeto, las ventajas de la madera tostada. Se consigue mediante el uso de esta madera una marcha mas regular en el horno de fundicion, los atascamientos son menos frecuentes y la fundicion parece ser mejor, sobre todo para hacer moldes. Pero la grande ventaja obtenida por este nuevo modo de operar, consiste en la disminucion muy considerable de la proporcion de combustible necesaria para reducir el mineral y producir la fundicion. Se puede admitir que el consumo de la madera quemada se reduce generalmente á las $\frac{2}{5}$ partes.

De las diferentes especies de fundicion.—Se distinguen cuatro principales: 1.ª la fnndicion blanca cristalizada: 2.ª la fundicion blanca no cristalizada: 3.ª la gris, y 4.ª la negra.

Todas estas fundiciones cuando se tratan por los ácidos clorhídrico y sulfúrico, desprenden carburo de hidrógeno gaseoso ú oleoso. Se puede recoger fácilmente este último haciendo pasar el gas al través del alcohol.

La *fundicion blanca no cristalizada* es muy dura y quebradiza; contiene 2,4 á 4 de carbono, se disuelve sin residuo en el ácido clorhídrico hirviendo; fundida en vasos cerrados y enfriada lentamente, puede convertirse en fundicion gris y volverse dulce.

La *fundicion blanca cristalizada* es siempre agria; la fusion no la hace mas dulce en ningun caso; parece que contiene constantemente una proporcion notable de manganeso y 5 por 100 de carbono.

La *fundicion gris* es dulce, se deja limar fácilmente, goza de una gran tenacidad, contiene de 2 á 4 de carbono, pero que no está enteramente combinado; cuando se trata por el ácido clorhídrico hirviendo, deja siempre un residuo de carbono. La fundicion gris se emplea para hacer moldes.

La *fundicion negra* contiene una proporcion de carbono li-

bre mayor que la fundicion gris; contiene de 5 á 7. Es mas fusible que las otras fundiciones. Se llama *fundicion manchada* una mezcla de la fundicion blanca con la fundicion gris ó negra.

Composicion.—Segun las análisis de Gay-Lussac y Berthier, se sabe que la mayor parte de las fundiciones contiene de 2 á 4 por 100 de *carbono*, de $\frac{1}{4}$ á 2 por 100 de silicio, de $\frac{1}{10}$ á 1 por 100 de fósforo, proporciones variables de manganeso y 94 á 97 por 100 de hierro.

Preparacion del hierro.—Para preparar el hierro se somete la fundicion á una temperatura elevada en contacto del aire; el carbono y el silicio se combinan con el oxígeno del aire, al mismo tiempo que cierta cantidad del hierro; y resulta de esta operacion, hierro que se suelda por la accion del martillo, óxido de carbono que se desprende, y silicato de hierro que queda fundido. Se emplea para esta operacion el carbon de madera ó el coake. Se puede obtener el hierro directamente sin pasar por el estado intermedio de fundicion, cambiando el modo de reduccion del mineral de hierro. Este es el método conocido con el nombre de *método catalan*. El hornillo que se emplea, es semejante al de la afinadura de la fundicion.

Se distinguen el hierro dúctil, cuando el mineral empleado es de buena cualidad, y el quebradizo cuando contiene arsénico, azufre ó fósforo.

Para obtener el hierro químicamente puro, es necesario reducir por el hidrógeno el óxido férrico puro.

Propiedades físicas.—El hierro puro es de un gris azulado, liso y brillante; su densidad es de 7,788; es maleable, dúctil y muy tenaz. El hierro es uno de los metales mas difíciles de fundir; se reblandece á una temperatura muy inferior á su punto de fusion, y se puede en este caso amoldar con el martillo y soldarle sobre sí mismo; goza en el mas alto grado de la virtud magnética.

Propiedades químicas. Aire.—El hierro no se altera á la temperatura ordinaria en el aire seco; pero por poco que se caliente se cubre de una película de óxido de color irizado; al calor rojo se oxida rápidamente y se cubre de escamas de óxido negro que se llaman *batiduras*. El hierro obtenido reduciendo el óxido por el gas hidrógeno á una temperatura lo mas baja posible, ó por la calcinacion de un oxalato, se inflama espontáneamente en el aire y esparce una luz muy viva. Se obtiene esta combustion con un hilo de hierro metido en el gas oxígeno.—El aire húmedo oxida lentamente el hierro cubriéndole de una capa de óxido que se llama *orin*.—El hierro puro no descompone el agua igualmente pura á la temperatura ordinaria; pero si el agua contiene ácidos, ó si el hierro contiene materias heterogéneas susceptibles de formar los elementos de una pila, en este caso el agua le descompone desprendiéndose hidrógeno. A la

temperatura roja, la descomposicion es muy rápida; se desprende gas hidrógeno y se forma óxido magnético.

Acidos.—Los ácidos minerales atacan el hierro con gran facilidad y forman sales; los ácidos vegetales tienen una accion sumamente débil.

Oxidos.—El hierro reduce muchos óxidos, tanto por la via seca, como por la via húmeda; entre otros los de plata, cobre, plomo, bismuto y antimonio.

Alcalis.—Vicat y Payen han probado que una disolucion alcalina preserva al hierro de la oxidacion.

Sales.—Los nitratos, los cloratos y los bromatos atacan vivamente al hierro y le oxidan al máximo.

Metales.—El hierro forma aleaciones con un gran número de metales; no se combina con la plata, el mercurio, el cobre, el plomo, el cerio, el urano y el titano.

Capitaine ha demostrado que si se sumergia un pedazo de zinc en una disolucion de protocloruro de hierro, cuando la inmersion ha sido suficientemente prolongada, se obtiene el hierro metálico muy puro. Segun Capitaine, el peso atómico del hierro será 321 y no 339, como admite Berzelius.

CARBUROS DE HIERRO.—Las diversas especies de fundicion y de acero son mezclas en diversas proporciones de hierro, de carburo de hierro, de silicuro, fosfuro, etc. Los carburos en proporciones definidas no son bastante conocidas, y aunque este estudio podria arrojar mucha luz sobre la causa de ciertas propiedades de fundiciones y de aceros, no se ha hecho todavía detalladamente.

Gay-Lussac ha practicado en el antiguo ingenio de hierro de Charenton muchas esperiencias sobre este objeto; pero que no han sido enteramente publicadas. El duque de Luynes habia empezado con este fin un largo y minucioso trabajo sobre este punto; yo le he ayudado en muchas análisis; pero muchas dificultades inherentes al objeto nos han detenido hasta el dia.

Berzelius dice que calentando en un vaso cerrado al calor rojo blanco el azul de Prusia puro, se obtienen carburos en proporciones definidas. El duque de Luynes y yo hemos repetido todas estas esperiencias, y hemos obtenido, como Berzelius lo ha anunciado, unos polvos negros. Examinados estos con el auxilio de un microscopio, nos ha sido fácil asegurarnos que no son homógeneos, sino que presentan pequeñas masas fundidas y vidriosas, muy distintas del polvo negro con el que estan mezcladas, y el cual no era sino carbono. Hemos obtenido residuos muy homogéneos, calcinando en vasos cerrados muchas sales orgánicas.

Los resultados mas notables nos los ha suministrado el benzoato férrico mezclado con el negro de humo, y calentado hasta la fusion; el residuo era blanco, de una dureza muy considerable, é inatacable por las limas. Su composicion era muy notable; contenia 0,32 de carbono. Calcinando solo el benzoato, he-

mos obtenido un carburo que no contenia mas de 2¼ por 100 de carbono.

Lo que contribuye á hacer todas estas esperiencias muy difíciles y rodeadas de mucha incertidumbre, es que la naturaleza de los carburos varía esencialmente segun el tiempo por que se prolonga la fusion. Dejado el acero en fusion prolongada con un esceso de carbono, no tiene mas que de 9 á 11 por 100 de carbono. Lassaigne ha notado ya este hecho en su Química, segun los esperimentos hechos en Charenton. Hemos examinado muchos carburos preparados en esta forma, y pueden ser limados; el polvo se quema con un brillo muy vivo, y el carburo preparado así se aproxima á esta fórmula : Fe^2 C.

Acero.—Los orientales fueron los primeros que prepararon el acero, y á ellos deben las naciones europeas el conocimiento de este arte. La fabricacion de las armas blancas con esta sustancia, data del siglo X ; pero no se hizo apenas uso de las espadas hasta el siglo XIII. Los cuchillos, tijeras y otros pequeños instrumentos de acero no se fabricaron hasta mucho tiempo despues. En Inglaterra no se conocieron las agujas hasta el reinado de la reina doña María, y los alfileres hasta fines del de Enrique VIII.

Hoy se fabrican con el acero una multitud de instrumentos, de máquinas y de armas blancas.

Se distinguen tres especies de acero: 1.° el *acero natural* ó *acero de fundicion*, el cual se obtiene tratando la fundicion de una manera particular al fuego de forja, ó tratando el mineral muy rico en hierro por el método catalan: 2° el *acero de cementacion* ó el *acero de polla*, el cual se obtiene calentando á una temperatura elevada barras de hierro en arcas llenas de carbon pulverizado, ó haciendo pasar el gas hidrógeno carbonado sobre el hierro fuertemente calentado: 3° el *acero fundido*, que se prepara de diversas maneras, 1° fundiendo ciertas fundiciones con una proporcion conveniente de óxido de hierro; 2° calentando el acero de cementacion con un vidrio terroso, y 3° en fin, fundiendo una mezcla de hierro, carbon y vidrio.

Propiedades.—El acero es muy blanco, mas que el hierro dulce; su densidad es muy grande; varía desde 7,8 hasta 784; es mas maleable, y menos dúctil que el hierro; al calor blanco se vuelve quebradizo. Cuando se enfria repentinamente, permanece quebradizo despues de frio y adquiere mucha dureza. Se llama *temple* la operacion que consiste en sumergir el acero caliente en el agua fria. Si despues de templado, se le vuelve á enrojecer, adquiere elasticidad y se pone mas sonoro. El acero se funde á 130 p. Los ácidos que obran sobre el hierro, obran igualmente sobre el acero, pero se desprende entonces hidrógeno en parte carbonado, el cual arrastra un aceite oloroso, y se deposita un residuo carbonoso, que es el ácido azúlmico, cuando se trata por el ácido nítrico.

Composicion.—Los aceros contienen de 1 á 2 por 100 de carbono, y de 1 á 6 milésimos de silicio. Pueden contener además aluminio y algunos restos de manganeso.

Acero damasquino y fundido.—Se llama acero damasquino ó de *wootz* á una aleacion empleada para hacer los alfanges de Oriente con la superficie anubarrada. En Oriente existen diferentes especies de damasquino, las cuales vamos á describir con arreglo á un escelente trabajo del duque de Luynes.

«Despues de la espedicion de los franceses al Egipto, el acero damasquino de la India y de la Persia habia adquirido tanta reputacion que se esforzaban en imitarle, y en fabricar armas blancas, cuya calidad y veta pudiesen rivalizar con las que caracterizan á las hojas de Oriente.

»Clouet lo intentó por medio del batido de hojas de hierro y de acero de diversas calidades; pero ninguno de los batidos de esta naturaleza imitó exactamente el acero fundido damasquino.

»Stodart y Faraday, Berthier, Merimée, Bréant y Fischer obtuvieron muy buenos resultados, ya por la mezcla de diferentes metales con el acero fundido, ya por la de la fundicion con la fundicion oxidada.

»Nosotros hemos procurado acercarnos todavía mas, si era posible, á los modelos justamente estimados que ha producido el Oriente, evitando siempre su fragilidad habitual. No es mi ánimo reproducir todas las variedades de aceros damasquinos conocidos por los orientales; este trabajo no hubiese tenido límites: hemos tratado solamente de indicar por qué medios se podrian imitar los mejores y mas hermosos aceros damasquinos, llamados en Persia *eski-hindi* (aceros viejos de la India) y fabricados por el célebre armero Assad-Allah.

»Para conseguir esto es necesario primero estudiar atentamente la composicion de las hojas y aceros venidos del Asia.

»Las análisis hechas de las muestras de *wootz* ó de los aceros damasquinos traidos de la India, de Constantinopla, de Alepo y de Persia, nos han dado los resultados siguientes.

»*Acero enviado de Constantinopla, fabricado en Persia.*—Níquel, 0,00790; tungsteno, 0,00518; manganeso, 0,02180; hierro, 0,83700; carbono, 0,12812.

»*Acero de wootz.*—Cobalto y níquel, 0,0010; hierro, 0,9010; carbono, 0,0980; manganeso, indicios.

»*Acero de Persia enviado por d' Archiac.*—Tungsteno, restos; níquel, 0,014000; manganeso, restos; hierro, 0,873484; carbono, 0,112516.

»*Acero de Alepo.*—Níquel, restos; tungsteno, restos; manganeso, restos; hierro, 0,901; carbono, 0,099.

»*Damasquino de Oriente forjado.*—Níquel, 0,007000; tungsteno, 0,010000; manganeso, 0,007034; hierro, 0,867000; carbono, 0,108966.

»*Grande hoja de puñal indio.*—Níquel, 0,016; manganeso, 0,014; tungsteno, restos; hierro, 0,790; carbono, 0,180.

»*Hoja enviada de Persia por la embajada.*—Níquel, 0,007871; manganeso, restos; hierro, 0,862129; tungsteno, restos; carbono, 0,130000.

»*Antigua hoja de damasco con incrustacion de oro.*—Níquel,

0,02100; tungsteno, restos; manganeso, restos; hierro, 0,90142; cobalto, restos; carbono, 0,07758.

»Estas análisis hacen ver que los aceros de la India y de la Persia contienen constantemente ciertas sustancias aleadas al hierro, pero en proporciones variables. Es necesario observar tambien que el acero de *wootz* y el de Constantinopla no son adamascados: además este último es de una dureza muy notable, difícil de forjarse, y despues de la forja, la pieza estendida tampoco es adamascada. Habiendo reconocido que los otros aceros imperfectamente fundidos mostraban todavía á su parte superior clavos de diferentes formas, cuyas puntas estaban enganchadas y la cabeza salia por de fuera, hemos pensado que los orientales fabricaban una especie de fundicion muy fusible y muy dura, á causa de su grande carburacion, y que en seguida la reducian al grado conveniente de aceracion, añadiendo clavos de hierro dulce; método que debia ofrecer la ventaja de aumentar la masa del metal, haciéndole mas dúctil.

»La esperiencia ha confirmado esta conjetura. Habiendo sometido á la análisis un fragmento de acero de Constantinopla, nos ha dado á conocer por su cantidad de carbono la proporcion de hierro que debiamos añadirle para trasformarle en acero. 50 partes de hierro dulce en clavos llamados puntas de París, fundidos con 100 partes de acero de Constantinopla, han dado un acero muy maleable, que despues de estendido ha tomado un hermoso adamascado.

»El wootz de la India ha sufrido la misma prueba con el mismo éxito; solamente que su adamascado era mas fino y mas agrisado.

»Para conseguir una reproduccion fiel de los procedimientos que nos parecian haber sido seguidos en Oriente, era necesario primeramente preparar una fundicion muy carburada que contuviese manganeso, níquel y tungsteno. Esta fundicion debia estar en proporciones constantes en sus elementos, y hallarse obtenida por procedimientos que pudiesen ser familiares á los orientales. Todas las relaciones de los viajeros atestiguan que en la India el wootz se fabrica fundiendo el hierro con tallos de la *cassia auriculata* y algunas hojas de otros vegetales. Por falta de estas plantas hemos escogido serrin de madera de encina, de la cual hemos averiguado mediante varios esperimentos su cantidad de carbono. 7 gr. 50 de este serrin dan 1 gr. 40 de carbon. Este ha sido mezclado con cantidades de hierro convenientes para pasar mas allá de la carburacion del acero. Faltaba todavía reducir con ella los tres metales que se encuentran en el acero adamascado, y hallar estos en un producto natural todos reunidos si era posible ó el uno de ellos asociado con el hierro y los otros dos combinados entre sí. Pero hasta el presente, la mineralogia no nos ofrece una combinacion semejante. Nos muestra el hierro y el manganeso en el hierro espático; el manganeso, el hierro y el tungsteno en el wolfram; el manganeso y el níquel en la pirolusita y en muchos minerales de manganeso.

»No existe pues en el estado actual de la ciencia un mineral que corresponda á la reunion deseada.

»Sin embargo, el wolfram presentaba ya dos de los metales buscados. Este mineral no es raro aun en Francia; es fácilmente pulverizable y reductible por la cementacion.

»Los indios y los persas por sus comunicaciones con la China conocian el níquel; y los malayos le mezclaban con su acero como diremos al tratar de las hojas del batido.

»Los orientales, no poseyendo los medios de reducir al estado metálico y de aislamiento el manganeso y el tungsteno que se encuentran en todas sus hojas, han debido emplear estos metales en el estado de óxido natural, y han podido añadir el níquel metálico.

»Estando fundado su procedimiento para fabricar la fundicion ó el acero muy carburado en el tratamiento del hierro á una temperatura elevada por los vegetales, han podido con auxilio de la adicion conveniente de materias vegetales suministrar el carbono necesario para la reduccion del tungsteno y del manganeso durante la misma operacion.

»La esperiencia ha justificado esta opinion. Cantidades de wolfram y de níquel combinadas de manera que representen las de tungsteno, manganeso y níquel reconocidas en el acero de Constantinopla, han sido añadidas al hierro mezclado con el serrin; este en la cantidad que se ha calculado necesaria para verificar la reduccion. Despues de algunos ensayos resultó un acero muy carburado y muy fusible cuya escoria no atravesaba los crisoles, y que fundido de nuevo con una parte de hierro dulce, puntas de Paris, se forja perfectamente, ofrece un hermoso adamascado y adquiere muy buen temple.

»He aquí las operaciones necesarias para producir un buen adamascado por medio del wolfram.

»Núm. 1. Se funden reunidos: hierro muy dulce llamado puntas de Paris, 2,000; wolfram, 100; serrin de encina que da 1,40 de carbono para 7,50, 175.

»Mezcladas estas materias se las hace sufrir una cementacion al rojo claro. Despues del fuego fuerte el ácido se encuentra completamente fundido, ofreciendo mucha analogía con el de Constantinopla. Cuando está perfectamente frio se quiebra en pequeños pedazos, y 100 de este acero se vuelven á fundir con un peso igual de puntas de París. Los pedazos de acero adamascado obtenidos así son muy aptos y fáciles para trabajar.

»El hierro que hemos escogido es el que mas se aproxima en la industria á la pureza química; todo hierro dulce y tambien puro bien dividido en limaduras ó en torneaduras, puede servir para el mismo uso. Hemos suprimido el níquel, porque la práctica nos ha demostrado que este metal no sirve para nada en el adamascado de fusion, y porque perjudica las mas veces á la calidad del acero. En efecto, el hierro, el níquel y el serrin fundidos por los mismos procedimientos y vueltos á fundir despues con hierro, han dado constantemente un acero no

adamascado. Sucede lo mismo con las aleaciones del hierro con el carbono y el tungsteno. En las aleaciones del hierro, del carbono y del cobalto obtenidas por los mismos medios, el cobalto pasa íntegro en la escoria y el metal es bien adamascado. El ácido túngstico del wolfram no parece influir en la produccion del adamascado; pero infaliblemente impide siempre el agujereamiento de los crisoles por el silicato de manganeso que se forma fuera de la presencia del ácido túngstico. Una pequeña cantidad de tungsteno se reduce y pasa al acero; pero la mayor parte queda en la escoria, la cual es de un gris verdoso y córnea.

»Núm. 2. Hierro, puntas de París, 3,000; carbonato de manganeso, 144; wolfram, 150; serrin de madera, 270.

»Las mismas operaciones precedentes. Segunda fusion del metal triturado con partes iguales de puntas de París. Los mismos resultados.

»Segun la cantidad de wolfram es preciso algunas veces añadir manganeso para hacer mas fusible la aleacion. El manganeso en el estado de carbonato suministra un óxido mas puro que el mejor óxido natural.

»Estos dos procedimientos son preferibles á todos los demás para obtener el buen acero adamascado; su resultado es muy seguro. Como la composicion ó las propiedades del wolfram por puro que sea, ofrecen siempre dudas y necesitan algunos ensayos cada vez que se emplea un wolfram nuevo, es bueno tener una gran cantidad de él, la cual se separa de toda su ganga y se muele todo reunido con el fin de establecer de antemano y para largo tiempo las cantidades de carbonato de manganeso que haya necesidad de juntarle.

»Queriendo ensayar si seria posible destruir este pequeño obstáculo en la fabricacion del acero, era esencial investigar si se podria reemplazar el wolfram preparándole químicamente y asociando al hierro y al serrin los óxidos de los tres metales aleados en el acero adamascado. Hemos preparado el ácido túngstico en grande, tratando el wolfram por el ácido clorhídrico hirviendo, filtrándole, lavándole y desecándole.

»El manganeso ha sido empleado en el estado de carbonato, y el níquel en el estado de óxido moreno.

»Las proporciones eran estas: hierro, puntas de París, 10000,00; carbonato de manganeso, 48,03; ácido túngstico, 10,00; óxido de níquel, 10,00; serrin de encina, 113,00.

»Se funde como los precedentes; se reduce á pequeños fragmentos y se vuelve á fundir con media parte de puntas de París.

»Los aceros dan muy buenos resultados, pero los productos de su preparacion son agujereados y el acero adamascado es un poco mas difícil de trabajar que el que proviene de la preparacion hecha con el wolfram, mineral en el que los óxidos de hierro, de tungsteno y de manganeso estan probablemente asociados en condiciones particulares. La supresion del óxido de

niquel y del carbono correspondientes no han producido mejora sensible.

»Faltaba ensayar si la ausencia del ácido túngstico dejaria todavía al acero la facultad de ser adamascado.

»Se han fundido reunidos: hierro, puntas de Paris, 2000; peróxido de manganeso, 100; serrin de encina, 275.

»Cementada la mezcla al rojo claro una media hora, la fusion no dura sino 40 minutos. Se ve con una barra de hierro si el metal está fundido y se separa al instante. De lo contrario el crisol se perforaria y el metal se perderia derramándose fuera de él.

»Esta fundicion manganesada se quiebra y se reduce á pequeños fragmentos que se funden de nuevo con partes iguales de puntas de Paris. Los pedazos de acero adamascado son muy enteros y dan muy hermosa veta. Su escoria es verde botella y es muy rica en manganeso.

»Este medio, el mas sencillo de todos, es tambien el mas peligroso, porque muy frecuentemente el silicato de manganeso formado agujerea los crisoles. No basta toda la atencion del fundidor para evitar este peligro. Esto es lo que nos ha decidido en nuestros procedimientos habituales á emplear el wolfram, cuya presencia destruye todo temor respecto á este particular.

»Otro procedimiento fundado en la decarburacion de la fundicion, consiste en practicar las operaciones siguientes:

»Se funde la fundicion gris que se vacia en el agua fria, con el objeto de hacerla quebradiza. Se quebranta en fragmentos del grueso de perdigones. Se mezclan con 100 partes de esta fundicion 14 de manganeso (pirolusita cristalizada) y 28 de esmeril: Se somete esta mezcla á una cementacion de cuatro horas á la temperatura roja. Luego que se ha retirado el crisol y que se ha enfriado la materia, se entresaca y desembaraza del esmeril y del manganeso. Se funde en seguida el boton metálico que se ha reducido á pequeños pedazos del grueso de una avellana, y se vuelve á fundir con media parte de hierro dulce. Este último boton metálico da un acero fácil de trabajar que toma bien el temple y ofrece un hermoso adamascado.

»La cementacion por el manganeso decarbura en parte la fundicion, y le asocia manganeso y níquel reducidos. El esmeril impide al óxido de manganeso corroer y agujerear el crisol. Se separa la fundicion despues de la cementacion, porque la alúmina del esmeril no impediria ya la corrosion del crisol al calor blanco. El hierro añadido convierte la fundicion en acero.

»Los inconvenientes de este procedimiento son; que segun la temperatura de la cementacion, la fundicion se encuentra mas ó menos decarburada; y sobre todo, que estando las mas veces sulfurada la fundicion, esta circunstancia hace perder la operacion dando un *acero quebradizo*. Sin embargo, con una buena eleccion de materiales y una cementacion bien conducida se logra casi constantemente un favorable resultado.

»Los aceros obtenidos como el precedente por la fundicion

decarburada, estan compuestos de hierro 0, 901422; manganeso, 0,04400; níquel, 0, 00700; carbono, 0.07758.

»La presencia del níquel en este acero aleado al manganeso, podria sorprendernos si no hubiésemos hecho constar que la pirolusita cristalizada de Alemania casi siempre contiene níquel. Esto es lo que demuestra la análisis de este mineral convertido en metal en un crisol cubierto de una mezcla de arcilla y carbon molido.

»Manganeso metálico estraido de la pirolusita: manganeso, 0, 7469; níquel, 0,021; carbono, 0.02321.

»Es necesario observar con cuidado la enorme porcion de carbono combinada con el manganeso metálico: 23 centésimos. Ella esplica la gran carburacion de los aceros damasquinos del Oriente en los que el manganeso está siempre en cantidades variables.

»En cuanto al níquel que esta análisis nos revela en la pirolusita, se encuentra en muchos minerales de manganeso y notablemente en los del Brasil en donde algunas veces está acompañado de cobalto. Otros minerales de terrenos de diferentes edades ofrecen el cobalto ó el cobre, asociados al manganeso en proporciones muy inconstantes, segun las localidades y aun segun los filones.

»Resulta de todas nuestras investigaciones:

1.º Que el manganeso aleado á la fundicion y vuelto á fundir con el hierro da constantemente el acero adamascado.

2.º Que los otros dos metales observados en el adamascado oriental, es decir, el níquel y el tungsteno, no tienen esta propiedad.

3.º Que el manganeso metálico introduce en el acero muy grandes proporciones de carbono sin alterar su maleabilidad, y le comunica mucha dureza.

4.º Que el manganeso y el níquel se combinan con el hierro de la fundicion mediante la cementacion.

»Fuera de esto, otros ensayos muy multiplicados nos han probado que si se funde el hierro con otro mas ó menos carburado que él, se obtiene siempre el adamascado. Solamente hay el inconveniente de que no es tan hermoso y de que el metal no es de tan buena calidad como bajo la influencia del manganeso. Por tanto la fundicion y el hierro dulce, el acero fundido y el hierro dulce, el acero de Alemania ya con la fundicion, ya con el acero fundido, forman aceros adamascados; pero los unos son ferrosos, los otros agrios y todos son débil é irregularmente adamascados, mientras que si se hace directamente una aleacion vuelta á fundir con el hierro, da un escelente acero adamascado. Nada seria preferible á este último procedimiento, si la reduccion del manganeso en un crisol cubierto de arcilla y carbon molido no ofreciese tantos accidentes y dificultades. Se evitan estos reduciendo y fundiendo en un crisol el óxido de manganeso con dos partes de cianuro amarillo de hierro y de potasio. El manganeso da un acero duro, frágil y cristalino en el

interior. La reduccion exige la misma temperatura que la fusion del acero. Es necesario alear 15 por 100 de manganeso metálico con el acero, y volverle á fundir con media parte de hierro.

»El cianuro amarillo de hierro y de potasio reduce y funde en un boton metálico en un crisol desnudo, no solamente el manganeso, sino tambien el cromo y el tungsteno. Los metales reducidos son magnéticos y contienen hierro. Se obtienen puros aunque con un poco mas de pérdida si se opera con el cianuro de potasio blanco en un crisol enlodado en su interior con negro de humo.

»*Preparacion y fusion.*—Los hornos de viento no dan ordinariamente bastante calor para la fundicion de nuestro acero, es necesario construir una forja particular análoga, la llamada sueca. Nuestros crisoles son cilíndricos del grueso de un dedo y muy refractarios. La mejor tierra para fabricarlos viene de Brissard en las cercanías de Abondant y de Dreux. Estan compuestos de una pasta de cimiento grosero de la misma tierra cocida y de tierra cruda. No se les da la coccion prévia, y cuando estan secos no se quiebran jamás por la accion del fuego. Las cubiertas se hacen y enlodan con la misma tierra.

»*Preparacion.*—Mezclar íntimamente los óxidos y el serrin. Cargar los crisoles con capas alternativas de hierro y de esta mezcla; cubrirlos con las cubiertas y enlodarlos.

»1.ª *Fusion llamada de preparacion.*—Colocar el crisol en la forja; encender fuego con virutas y carbon de madera y continuarle con coake. Se calienta una media hora para llevar el crisol al rojo claro. Se deja cementar durante media hora. Cuando ha pasado este tiempo, se empieza á soplar por espacio de hora y media. Se suspende el fuego y se retira el crisol para dejarle enfriar.

»2.ª *Fusion.*—Despues de haber quebrado el crisol, la masa fundida en forma de boton metálico se reduce á fragmentos mas pequeños que una nuez sobre una bigornia. El grano de esta fractura presenta un aspecto cristalino. Se toman 100 partes de esta materia y se mezclan con 100 puntas de París. Se vuelve á fundir la mezcla durante hora y media á lo mas. Los aceros son muy enteros y á propósito para forjarse. Un boton metálico de 1,500 gramos puede dar una hoja de sable y algunas piezas pequeñas. Uno de 2,500 gramos suministra dos hojas de sable.

«*Forja de los aceros.*—La forja de los aceros exige algunas precauciones que dependen de su forma, de su estructura cristalina y de su carburacion; es necesario trabajarlos al rojo de escarlata á lo menos, pero nunca á mas temperatura.

»Luego que el acero se encuentra á esta temperatura, se coloca sobre la bigornia y se adelgaza un tercio de su grueso haciéndole golpear con dos fuertes martillos de boca y despues de oreja. Llegado este punto, se atraviesa el acero en el centro del disco que presenta con una cuña cónica truncada.

»En seguida se abre en forma de herradura, y se endereza despues para hacer de ella una barra.

»Si se presenta en seguida alguna arruga ó pliegue, se le quita al momento para impedir qne se estienda, y esta precaucion se observa hasta la conclusion de la barra y aun hasta la de la hoja.

»Se estiende acto continuo en barra con el martillo contraforjando lo menos posible; sin embargo de qué se puede contraforjar sin inconveniente, luego que la barra está á la mitad de su longitud.

»Los golpes de martillo hacen aparecer mejor la veta. Luego que la pieza está forjada á los dos tercios, se lima de un estremo á otro para asegurarnos de que está sana, y para ponerla en color con el fin de conocer su veta.

»Se le da entonces la forma que se quiere, dejándola un poco mas gruesa de lo que debe ser.

»En este estado se coloca en el tornillo, donde sobre las dos caras se cincela con un buril ó con la misma lima para darla la disposicion conveniente. Esto se efectua segun lo que se haya señalado, lo cual unas veces aparece en semicírculo, otras en forma de ziczac, algunas en bandas trasversales, segun el gusto de los forjadores.

»Calentada en este caso la hoja, se lleva sobre la bigornia y se vuelve á batir para marcar de nuevo los diseños y enderezar el todo.

»Inmediatamente despues de esta operacion se lima y se bruñe la hoja con el esmeril.

»Para templarla es necesario calentarla hasta el rojo moreno ó de cereza; sumergirla en el agua segun los medios ordinarios, y volverla á cocer calentándola lijeramente, frotándola con cera virgen y dejando esta cera evaporarse sobre el fuego.

»Se vuelve á bruñir con el esmeril y con el bruñidor.

»Estando terminado todo, se mete *la hoja en color* de la manera siguiente:

»Se toma una pila de madera de una longitud conveniente, segun las hojas que se hayan de dar de color; se vierten en esta pila dos dedos de agua pura, y se añade á esta agua ácido nítrico en suficiente cantidad para darla un gusto de vinagre muy débil.

»Se desengrasa la hoja frotándola con algodon mojado, sobre el cual se colocan polvos de piedra pómez seca sobre algodon seco, hasta que la hoja no tenga ya humedad. Para estar seguro de que está bien desengrasada, se sumerge en agua pura, y el agua debe adherirse sobre toda la superficie.

»Se sumerge en seguida la hoja en el agua acidulada, y se observa con atencion el efecto del ácido. Cuando la veta se manifiesta por todas partes, se aguarda á que tome todo su vigor. Llegado este punto se sumerge y agita la hoja en una cuba de agua pura.

»Así que se ha lavado se coloca sobre un lienzo fino en muchos dobleces, y por una simple presion simultánea se seca por encima y por debajo, con el fin de precaver que el agua que

cubre la hoja llegue á oxidarla. Apenas se ha secado la hoja se cubre con aceite de pata de buey, que se vierte sobre ella; se deja escurrir y no se enjugá hasta el dia siguiente, conservándola siempre un poco engrasada y no empleando sino un lienzo muy fino.

»Otro procedimiento consiste en darla el color con el *zag* oriental (sulfato ácido de hierro y de manganeso). Este modo de dar color practicado por los orientales, es á propósito para hacer salir toda la belleza del adamascado. Pero es necesario no hacer uso de vasijas de madera. Se toma en lugar de una pila un vaso cilíndrico de cristal llamado campana ó proveta de pie, de una dimension proporcionada al objeto que se debe poner en color. Se echan algunos gramos de *zag* y mucha agua pura; se agita el todo para mezclar bien el *zag* con el agua, y se sumerge la hoja desengrasada como hemos dicho ya. Siendo débil el *zag*, la operacion marcha lentamente, pero con seguridad.

»Se lava, se deseca y se engrasa todo como hemos indicado.

»*De los adamascados de batido.*—Los mas notables entre los aceros adamascados de batido, son los que fabrican los malayos. Todas sus hojas tienen una lámina de acero; pero las dos caras de cada hoja estan cubiertas de un ancho adamascado anubarrado y ondulado, el cual produce mucho efecto por el contraste de sus vetas blancas y negras, unas veces en bajo relieve y otras fuertemente grabadas por los ácidos.

»La análisis de estas hojas nos ha hecho reconocer en la veta blanca una aleacion de níquel y de cobre.

»Su solo aspecto patentiza que estan batidas y su lámina interior de acero es una prueba mas de esta asercion.

»Se imitan muy bien estas hojas y se evita ponerlas la lámina de acero por el procedimiento siguiente:

Se cortan unas veinte hojas de hierro de la mejor calidad, en paralelógramos de cerca de 30 centímetros de longitud sobre 5 centímetros de ancho. Bien apareadas estas hojas, enderezadas y raspadas con la lima, se mojan por los dos lados, y se cubren de níquel en polvo. El níquel debe estar bien puro y completamente exento de arsénico. El cobre es mas perjudicial, que útil. El níquel que se recibe de las fábricas de Alemania, conviene perfectamente para este uso.

»Espolvoreadas las hojas con níquel se reunen en lios, los cuales se sostienen por dos ataderos cuadrados. Se colocan al fuego y á la temperatura que conviene para soldar el hierro y se sueldan con toda la atencion posible. Estando formada la lámina se estira, y se le dan dibujos variados por las señales que se han burinado á su superficie. Cuanto mas fina se quiere que sea la veta, mas se hace doblar sobre el mismo y volver á soldar. Pero la veta gruesa y anubarrada tiene mejor aspecto que la veta fina. Estando concluida la hoja, se cementa en carbon en polvo y en vasos cerrados para darla la aceracion conveniente.

La cementacion debe ser mas ó menos prolongada, segun el espesor de la pieza.

»Despues de la cementacion se templa, se pule y desengrasa. Se la pone en color sumergiéndola dentro de una pila de madera y mejor todavía en un vaso de cristal en que se ha vertido agua *destilada*, que tenga en disolucion ácido oxálico.

»Se fabrican tambien hojas batidas con el hierro y el platino. Para conseguir este objèto, es indispensable que el platino se halle en hojas muy delgadas, un poco mas cortas y mas estrechas que las láminas de hierro, entre las cuales estan dispuestas alternativamente. Este último batido, mas difícil que el del niquel, es muy dispendioso á causa del alto precio del platino, y su efecto no está en proporcion con la carestía de los materiales empleados. Las hojas preparadas en esta forma se cementan y ponen en color como las del níquel.

»Los batidos de diferentes aceros, ó de acero y de hierro, parecidos á los de Clouet, se ponen en color de la misma manera. El ácido oxálico es el mas conveniente para hacer aparecer el adamascado de batido: este ácido no tiene casi accion sobre el de fusion, y produce vetas grises y blancas, á la inversa de las que hacian salir los ácidos minerales. En las hojas de batido hechas con diferentes hierros mas ó menos carburados la mayor dificultad consiste en conservar la aceracion. Una cementacion hace desaparecer el adamascado.»

Aplicaciones.—El acero forma la base de una multitud de industrias muy importantes: este es de muchas calidades. Para hacer comprender mejor esta verdad práctica muy importante, voy á citar un testo de un escrito de Constant Pionnier, cuyo testo nos dará á conocer al mismo tiempo las principales aplicaciones del acero.

«Todo individuo que compra acero y se propone trasformarle en un objeto labrado de cualquier naturaleza que este sea, debe hacer conocer el uso á que le destina. Faltar á esta regla, es esponerse á perder el valor de la materia y la nueva trasformacion.

»Se fabrican aceros muy comunes para los instrumentos aratorios y demas útiles de agricultura: hay aceros para yunques, para matrices, cortes, moletas, buriles, broches y otros útiles propios para tornear los metales: se fabrican aceros para resortes de carruaje, para diversas especies de resortes, para la cuchillería, para la herrería y para la armería, como tambien para sierras, para lanzas, para guadañas, para armas blancas, etc.

»Cada una de estas calidades debe estar provista de propiedades que esten en relacion con su destino. Esto es á lo que se aplica el fabricante de acero; y nos atrevemos á decirlo, en esta aplicacion constante es en la que reside el secreto de una buena fabricacion y de una reputacion justamente adquirida.

»Vamos á hacer comprender por esplicaciones sucesivas la importancia de estas primeras observaciones:

»Para las matrices, por ejemplo, no se pueden emplear sino aceros muy homogéneos susceptibles de adquirir mucha dureza y resistencia, por efecto de su testura molecular y de su densidad.

»Los aceros para yunques deben adquirir mucha dureza y densidad.

»Para los cortes se deben elegir aceros muy homogéneos. Es preciso que estos sean de tal naturaleza que hagan conciliables una menor densidad y una dureza apropiada con cierta facultad cortante y con mucha resistencia.

»Para los buriles, broches y otros útiles propios para tornear los metales, es necesario emplear aceros de grano fino y compacto provistos de una gran densidad, y susceptibles de adquirir una dureza apropiada caracterizada por mucha resistencia.

»El acero para moletas es de todos los aceros el que debe tener la testura molecular mas unida por lazos de agregacion de la mas grande fuerza; debe ser además muy homogéneo, un poco menos susceptible de contraerse fuertemente al temple, aunque dispuesto á adquirir mucha dureza.

»Para los resortes se necesitan aceros en los cuales no sea la propiedad dominante la dureza; porque se buscan mas bien por su elasticidad y su resistencia; es decir, por su fuerza nerviosa.

»Los aceros para armas blancas deben ser nerviosos y susceptibles de adquirir una gran elasticidad.

»Los aceros para cuchillería serán mas fuertes; exigen estar provistos de una grande homogeneidad, sin la cual presentan mal el bruñido: se deben encontrar tambien en ellos las disposiciones constitutivas de lo que nosotros llamamos *facultad cortante*; es decir, la propiedad que poseen las hojas de buena calidad que tienen un corte satisfactorio y en algun modo diligente, si se puede servir de esta espresion, para dividir los cuerpos sometidos á su accion, para penetrarlos y separarlos sin tener para esto que hacer un notable esfuerzo.

»Los aceros para herrería deben asemejarse á los aceros de cuchillería, escepto que es indispensable encontrarlos provistos en mas alto grado de fuerza nerviosa. Esto es imprescindible para poder proporcionar la resistencia de los tajos á los choques resultantes de cuerpos que caen las mas veces de bastante altura sobre maderas secas y muy duras.

»La armería emplea aceros muy limpios y muy homogéneos: estos aceros deben ser susceptibles de adquirir en ciertos casos una gran dureza, y en otros un gran desarrollo de elasticidad y flexibilidad.

»Los aceros destinados para la fabricacion de sierras, deben ser muy limpios, homogéneos y susceptibles de adquirir dureza: los aceros para guadañas deben ser muy finos y muy maleables: en fin, los aceros para limas deben ser fuertes, limpios, homogéneos y provistos de mucha densidad.»

He aquí, segun Constant Pionnier, las preparaciones empleadas para los diversos aceros.

«La fabricacion de los aceros mas comunes se hace con los menos homogéneos, sin otro trabajo que una simple estension.

»La fabricacion de los aceros fundidos se hace con pequeños fragmentos procedentes de tiras cementadas, las cuales se quiebran muy menudas para poder examinar con cuidado el grado de viveza y distribuirlas antes de ponerlas en los crisoles. Esta distribucion determina las calidades.

»La fabricacion de todos los demás aceros conocidos en el comercio se divide en dos clases, que son la de aceros finos y la de aceros batidos. Los aceros finos son estendidos ó refinados.

»Estirar el acero es limitarse á aumentar su dimension sin soldarle á sí mismo. Refinar el acero es hacerle sufrir esta última operacion.

»Los aceros finos, estendidos ó refinados, difieren entre sí por la viveza, y por consiguiente por la propiedad de adquirir mas ó menos dureza despues del temple.

»Su carácter distintivo se denota al romperse por una testura granosa, pero fina, que se aproxima á la testura del acero fundido.

»Los aceros batidos se llaman así porque sufren una ó muchas operaciones que se denominan *batidos*.

»Para batir el acero, se reduce primeramente con el martillo á láminas finas de algunos milímetros de espesor sobre muchos centímetros de largo. Se coloca en seguida cierto número de estas hojas las unas contiguas á las otras; se sostienen así con unas fuertes tenazas de manera que formen un paquete, y se sueldan entre sí. Una vez soldadas, han sufrido ya el primer batido.

»Si se reduce este paquete á una dimension menor y se pliega despues de haberle soldado, se obtiene, suponiendo que el primer batido ha reunido veinte hojas, un compuesto de cuarenta hojas, que viene á ser el acero de dos batidos.»

Para fabricar las diferentes especies de acero son necesarias dos condiciones: 1.ª la eleccion de los primeros materiales; 2.ª ciertas preparaciones especiales. Respecto á la eleccion de los primeros materiales, es necesario reconocer que la superioridad de los objetos de acero templado que vienen de Alemania ó de Inglaterra, depende de que en estos puntos se emplea el hierro de Suecia para la preparacion del acero. Este hierro obtenido con ayuda del *hierro magnético*, es preferible para este uso á nnestros hierros indígenas, los que se hacen comunmente con el *limonito*. Seria una sábia y provechosa disposicion celebrar un tratado de comercio con la Suecia, en virtúd del cual esta nacion abriera nuestro mercado á sus hierros propios para ser convertidos en aceros, y permitiera la introduccion de nuestros vinos en la demarcacion de su territorio. La produccion del hierro en Francia no sería menor, porque el consumo para los ferrocarriles tiende siempre á acrecentarse, y si nos proporcionásemos mas fácilmente buen acero, nuestras artes mecánicas tomarian, á no dudarlo, un gran des-

arrollo. Dénse á los operarios franceses buenas materias primeras, y bien pronto escederán á todos sus competidores.

Zinc —*Historia*.—Los antiguos conocian el laton, que es una aleacion de zinc y cobre que ellos obtenian calcinando el carbon, la calamina y el cobre. Paracelso fue el primero que aisló el zinc.

Estado natural.—El zinc se encuentra en la naturaleza: 1.º en el estado de sulfuro ó de blenda; 2.º en el estado de carbonato, de silicato y de sulfato (la mezcla de carbonato y de silicato constituye la calamina) en el estado de óxido combinado con el óxido de hierro y de manganeso.

Estraccion.—Se estrae de la calamina ó de la blenda. Se empieza por calcinar lijeramente la calamina y tostar la blenda; se verifica despues la reduccion mezclando el mineral con carbon; y calentando fuertemente la mezcla, se destila el zinc. En algunos establecimientos se destila *por ascenso*, y en otros *por descenso*.

Purificacion.—Se verifica destilando nuevamente el zinc del comercio, y se le separa así de los metales estraños que estan ordinariamente mezclados con él.

Propiedades.—El zinc es de un blanco azulado; su testura es cristalina. A la temperatura ordinaria se resquebraja con el martillo; pero cuando se calienta á 100º, se puede reducir con el castillejo á hojas muy delgadas y á hilos muy finos. Engrasa la lima. Es poco sonoro. Su densidad es de 6,86 á 7,19. Se funde á 360º. Calentado mas fuertemente, se volatiliza. Cristaliza en prismas cuadrangulares. Es débilmente oloroso y sápido.

Las hojas de zinc se cubren *al aire* de una capa de protóxido gris claro; cuando esta capa se encuentra formada, está preservado de una oxidacion subsiguiente. Con el auxilio del calor se oxida muy rápidamente al aire. Cuando está muy caliente se inflama con gran viveza. Descompone el *agua* lentamente á la temperatura ordinaria, y muy activamente á una temperatura elevada. Es atacable por todos les *ácidos*, aun por los mas débiles. Con el *ácido nítrico* concentrado puede dar lugar á inflamacion. El *amoniaco* y la *potasa* le disuelven con desprendimiento de hidrógeno. Reduce por la via seca y por la via húmeda un gran número de *sales* y de *óxidos*: precipita tambien el hierro y el níquel de sus disoluciones neutras y concentradas. Calentado con el *nitro* y el *clorato de potasa*, produce detonacion. Descompone el ácido carbónico de los *carbonatos alcalinos* por la via seca. Es soluble por el *crémor de tártaro*. Se combina con el *azufre* y descompone los *sulfuros alcalinos* y el *cinabrio* con detonacion. Se une directamente al *fósforo* y al *arsénico*. Se inflama en el *cloro gaseoso* cuando se calienta. Descompone la sal *amoniaco*. Se alea con la mayor parte de los metales.

Usos.—Desde que se sabe laminar el zinc, tiene un gran número de usos tecnológicos; con el cobre constituye los elementos ordinarios de las pilas voltáicas. Sirve para la fabricacion del laton. Se valen de él para hacer baños y canelones; pero la

virtud emética de sus sales debe ser un obstáculo para encerrar ó preparar alimentos en vasijas de este metal. Berthier asegura sin embargo que se puede servir del zinc sin ningun peligro para hacer instrumentos de cocina.

Cadmio.—*Historia.*—Fue descubierto en 1817 por Herman y por Stromeyer en el zinc sublimado en las fábricas de la Silesia; despues se ha encontrado en otros muchos minerales, en los cuales el zinc seria la parte integrante. El zinc metálico no contiene sino vestigios de cadmio, porque siendo este metal mas volátil, se sublima al principio del tratamiento metalúrgico. Herapath ha encontrado que los primeros productos oxidados que provienen de la destilacion de la calamina, contienen hasta 0,20 de cadmio.

El cadmio es de un blanco de estaño, toma un hermoso pulimento; su testura es compacta, su fractura fibrosa y cristaliza en octaedros. Su densidad es de 8,69. Es blando y mancha los cuerpos como el plomo. Es flexible y produce al doblarse un ruido como el del estaño; tiene mas tenacidad que este metal; se le puede reducir á láminas muy finas y á hilos muy delgados. Se funde á una temperatura bien inferior á la roja; se volatiliza á un grado de calor muy poco superior al de la ebulicion del mercurio; los vapores no tienen ningun olor. Es poco alterable al aire á la temperatura ordinaria; con el auxilio del calor se quema como el zinc produciendo un humo espeso y un óxido de un color moreno rojizo. Descompone el agua pura ayudado por el calor. El ácido nítrico le disuelve en frio. El ácido sulfúrico diluido le disuelve lentamente con desprendimiento de gas hidrógeno. El ácido acético le ataca fácilmente. Se combina directamente con el azufre, el selenio, el fósforo y el arsénico. Absorbe el cloro gaseoso y se disuelve en el cloro líquido. Se alea con un gran número de metales.

Estaño.—*Historia.*—Este metal es conocido desde muy antiguo; es el mismo que los antiguos químicos conocian con el nombre de *júpiter.*

Estado.—El estaño no se encuentra en la naturaleza sino en el estado de óxido y de sulfuro, y aun este último es muy raro; y como contiene muchos metales estraños puede ser colocado entre los minerales de cobre. Las minas abundantes de estaño son bastante raras; las mas hermosas son el patrimonio de la India, de Inglaterra, Alemania y España. Recientemente se han descubierto en Francia en los departamentos de Haute-Vienne, de la Cote-d'Or y de la Seine-Inferieure; pero estas minas no son bastante ricas para ser esplotadas con provecho. Seria de desear para la adquisicion de este metal que nos librásemos del tributo que pagamos al estranjero.

Estraccion.—El óxido existe ó diseminado, ó en roca; en el primer caso se quebranta el mineral, y en ambos se procede al lavado. Cuando el mineral contiene sulfuro de hierro, de cobre, ó de arsénico, se debe tostar con cuidado á un calor que no esceda del rojo moreno. Concluida la tostacion se echa la mate-

ria casi roja todavía en cubas llenas de agua; en este caso los sulfatos de cobre y de hierro se disuelven. Se lava para separar los óxidos de hierro y de cobre que estan mezclados al óxido de estaño, y á este no le queda ya sino los tungstatos y algunos átomos de ganga. El óxido así purificado se echa en un horno de manga, ó en uno de reverbero, donde se verifica la reduccion. El estaño reducido se hace pasar sucesivamente á tres pilas donde se purifica por decantacion; las escorias sobrenadan en el metal líquido, y los metales menos fusibles se depositan en el fondo sosteniendo una temperatura muy moderada.

El estaño de la India ó de Malaca es ordinariamente puro; los demás contienen siempre un poco de hierro y de cobre. Margraff en 1745 habia sentado que el estaño contenia casi siempre una gran cantidad de arsénico, y que era peligroso hacer de él instrumentos de cocina. Bayen y Charlord probaron que esta opinión no era fundada, y aseguraron que los estaños de Banca y Malaca eran perfectamente puros, y que las otras especies contenian á lo mas $\frac{1}{600}$.

Propiedades.—El estaño es de un color blanco casi tan brillante como la plata, es muy maleable, y se le puede reducir á hojas muy delgadas con el martillo. Es muy dúctil y ocupa el quinto puesto entre los metales que poseen esta propiedad. Es muy blando, aunque menos que el plomo; no tiene ninguna elasticidad y por consiguiente ninguna sonoridad. Se puede doblar sin romperle, y cada vez que se pliega produce un ruido particular conocido con el nombre de crujido del estaño. Se puede obtener cristalizado. Su densidad es de 7,293, y se funde á 212. Aunque parece volátil porque se quema con llama y humo, se puede sin embargo tenerle espuesto durante muchas horas á una temperatura muy elevada, sin que disminuya sensiblemente de su peso. El estaño tiene un olor y un sabor particulares muy característicos. El aire seco y aun el húmedo altera muy poco el estaño, pero ayudado del calor se oxida rápidamente adquiriendo su superficie los colores del iris. El estaño no descompone el agua sino á la temperatura roja, que le cambia en protóxido; descompone dicho líquido por el intermedio de los ácidos, y el gas hidrógeno que se desprende tiene un olor nauseabundo. El ácido azóico de 6 á 15° disuelve el estaño en frio sin desprendimiento de gas; el agua y el ácido se descomponen al mismo tiempo, se forma protóxido de estaño y amoniaco que quedan combinados con el esceso de ácido; el ácido azóico á 50° no obra sobre él sensiblemente; el ácido á 40° le ataca muy vivamente y le convierte en deutóxido sin disolverle. El ácido sulfúrico concentrado é hirviendo ataca al estaño y se desprende ácido sulfuroso, hidrógeno y gas sulfhídrico; se deposita azufre y se produce un proto ó deutosulfato. El ácido sulfuroso obra sobre el estaño y forma un sulfito y un hiposulfito de estaño. El ácido clorhídrico le disuelve con facilidad, se desprende hidró-

geno y se forma un protocloruro que queda disuelto á favor del ácido clorhídrico. El ácido acético, el ácido oxálico y otros muchos ácidos vegetales actuan sensiblemente sobre el estaño, especialmente con el auxilio del calor y le trasforman en protosal.

Usos.—Se emplea solo y forma con otros metales muchas aleaciones útiles.

NIQUEL.—Cronstedt anunció en 1751 la existencia del níquel en la mina conocida con el nombre de cobre falso. Bergmann confirmó su existencia, que estaba puesta en duda por algunos químicos. Despues ha sido estudiado por Vauquelin, Proust, Laugier, Berthier, etc.

Se encuentra en la naturaleza en el estado de óxido, de sulfuro, de arseniuro, de arseniosulfuro, de arsenito, de arseniato, de silicato, etc. Para la estraccion del níquel se emplea el arseniosulfuro nativo, ó un producto de fábrica llamado *speiss*, formado de sulfoarseniuros que se separan cuando se funde, lo cual se efectua para preparar el azul de ultramar, el mineral de cobalto, la arena y la potasa.

El níquel es purulento, lijeramente aglomerado, poroso y de un gris blanco mate; toma un hermoso color blanco y un gran brillo cuando se bruñe; se aplasta bajo el martillo. Su densidad, despues de fundido, es de 8,402. Se funde con menos facilidad que el hierro, pero mejor que el manganeso. Es fijo; el aire no le altera á la temperatura ordinaria; á la roja se oxida lentamente. Descompone el agua al calor rojo. El ácido nítrico le ataca fácilmente; los ácidos vegetales le atacan lentamente por el contacto del aire. Precipita de sus disoluciones el cobre y los metales de las dos últimas secciones. Se combina directamente con el carbono, el azufre, el selenio, el fósforo y con el arsénico. Calentado en el cloro le absorbe lentamente. Se alea con un gran número de metales. Con el cobre y el zinc forma una aleacion preciosa conocida con el nombre de *malecot*, que imita mucho á la plata.

COBALTO.—En el siglo XV se empleaba ya la mina de cobalto para colorear de azul el cristal; pero en 1733 fue cuando Brand consiguió estraer este metal que fue estudiado por Lehmann en 1761, por Bergmann en 1780, y despues por Tassart, Vauquelin, Proust, Laugier, Berthier y Liebig.

Usos.—El cobalto no tiene uso, pero se emplea el óxido y el arseniato de cobalto para colorear de azul las porcelanas, y para hacer el azul de ultramar y el azul de cobalto.

Estado.—El cobalto se encuentra en el estado de sesquióxido, en el estado de sulfato ó de arseniato, pero las mas veces combinado con el hierro, el arsénico y el azufre en el estado de sulfoarseniuro. *Estraccion*: se estrae comunmente del sulfoarseniuro.

Propiedades.—El cobalto es sólido, duro y quebradizo; su grano es apretado; es dúctil en caliente; su color es de un blanco gris; su densidad de 8,6131. Es magnético; no lo es cuando contiene arsénico.—Se funde á 130 p. poco mas ó menos al

mismo grado que el hierro. El cobalto fundido no esperimenta alteracion en el aire á la temperatura ordinaria; al calor rojo se oxida; á una temperatura mas elevada se quema con una llama roja. Descompone el agua y es atacado por los ácidos sulfúrico, clorhidrico y nítrico.—Forma muchas aleaciones con los metales.

Metales de la 4.ª seccion.—Los metales que componen esta seccion, tienen por caracteres principales no descomponer el agua ni en frio ni en caliente, y absorber el oxígeno á una temperatura elevada. Estos metales son en número de quince: entre ellos el arsénico, el molibdeno, el cromo, el vanadio, el tungsteno, el colombio, el antimonio, el titano y el teluro son acidificables; el urano, el cerio, el lantano, el bismuto, el cobre y el plomo son oxidables.

Arsenico.—Se conoce desde muy antiguo: Dioscórides se sirvió ya de él bajo la palabra *arsenicum*. Aristóteles conocia el arsénico con el nombre de *sandaraca*. Paracelso sabia que se podia estraer un metal del arsénico blanco. Se encuentra en la naturaleza, algunas veces en el estado metálico; las mas combinado con el azufre y los metales.

El arsénico es sólido, gris de acero, frágil, brillante cuando está reciente su fractura, se deslustra al instante al aire; su testura es granosa y escamosa; frotado comunica á los dedos un olor sensible. No tiene sabor; su peso específico=5,959. Sometido á un calor de 180° se volatiliza sin fundirse. Para fundirle, es necesario calentarle á una presion mas fuerte que la de la atmósfera.

El oxígeno y el aire húmedo oxidan lentamente el arsénico; pero á una temperatura elevada, el oxígeno es absorbido prontamente, y se forma un ácido blanco llamado *arsenioso*. Muchos metalóides, aun el hidrógeno, se combinan con el arsénico, y lo mismo hacen la mayor parte de los metales. El agua no tiene accion sobre él, á menos que no contenga aire: en este caso el arsénico se apodera del oxígeno disuelto, y forma ácido arsenioso que se disuelve. Esta disolucion se conoce con el nombre de *matamoscas*.

El arsénico se encuentra en el estado nativo, en el de óxido y en el de sal: tambien se halla combinado con el azufre ó con diversos metales. Se obtiene tratando el óxido blanco por el carbon que se apodera del oxígeno, y el arsénico puesto en libertad se volatiliza.

Unido al estaño, al cobre y al platino, sirve para hacer espejos de telescopios. La historia de uno de sus compuestos, el ácido arsenioso, es mucho mas importante: por esta razon nos detendremos en él mas adelante y en la seccion correspondiente.

Cromo.—Ha sido descubierto en 1797 por Vauquelin, examinando el plomo rojo de Siberia: á este descubrimiento estan enlazados un gran número de compuestos, cuyo conocimiento ha aumentado singularmente el círculo de las combinaciones químicas útiles á las artes.

Así es que se emplea con buen éxito el óxido verde de cromo en la pintura y nos suministra el color verde mas sólido y uno de los mas brillantes en la coloracion de los esmaltes y de las porcelanas. El cromato de plomo ó amarillo de cromo constituye el mas rico y mas sólido de todos los colores amarillos minerales.

Molibdeno, tungsteno, colombio, vanadio, titano y teluro.—No hacemos mas que señalar estos metales, cuyas propiedades tienen la mas grande analogía entre sí, y que son comunes á las de los metales de esta seccion. El tratar particularmente de ellos, seria separarnos del objeto que nos hemos propuesto.

Antimonio. (*Régulo de antimonio, antimonio crudo, stibium.*)—Este metal, descrito por primera vez por Basilio Valentino, es sólido, blanco azulado, muy brillante, fácil de reducir á polvo, de testura laminosa, que desarrolla un olor sensible cuando se frota, de una densidad de 6,7021. Entra en fusion debajo del calor rojo. Si se deja enfriar lentamente despues de fundido, presenta á la superficie del boton metálico una cristalizacion en hojas de helecho: si el antimonio es puro, no presenta ya esta cristalizacion, y toma una testura granujienta. No es volátil, sino en una corriente de gas.

El aire y el oxígeno húmedo no hacen mas que empañarle; pero á una temperatura elevada el metal se oxida fácilmente, desprendiendo una luz bastante viva. El óxido blanco que resulta, es siempre el protóxido.

Arrojado en el cloro gaseoso el antimonio, se inflama este y produce un cloruro ó *vidrio de antimonio*. El azufre, el iodo, el bromo, el fósforo y la mayor parte de los metales pueden igualmente combinarse con el antimonio.

El antimonio se encuentra en estado nativo, de óxido, de sulfuro y de óxido sulfurado. Para estraerle se sirven de su sulfuro: este se tuesta convenientemente al aire, de manera que se trasforme en óxido, el cual se trata por el carbon ó por una materia vegetal; tambien se forma mas sencillamente haciendo actuar el hierro sobre el sulfuro: el hierro se apodera del azufre y deja libre el antimonio.

Este metal se emplea para la preparacion del quermes, del emético y del azufre dorado; entra en la composicion de la aleacion de los caracteres de imprenta, etc. Antiguamente se hacian de él pequeñas bolas que se llamaban píldoras perpetuas: estas se arrojaban lo mismo que se tomaban.

Urano, uranio.—Klaproth descubrió el urano el año 1787 en el mineral que se conocia con el nombre de *pech-blenda*.

He aquí los minerales que contiene el urano que se encuentra en la naturaleza: 1.º el oxídulo ó pech-blenda; 2.º el hidrato de deutóxido; 3.º el sulfato; 4.º el fosfato calcífero ó uranito de Autun; 5.º el fosfato calcífero; y 6.º el carbonato.

Es un metal muy poco importante para detenernos en él. M. Peligot, estudiando últimamente los compuestos de este me-

ral, ha llegado á concluir que el producto tenido hasta aquí por el urano puro, era una combinacion de un metal que él llama *uranio* y de oxígeno.

Cerio.—Este metal fue estraido por Klaproth de un mineral llamado *cerita*.—Es escaso y muy poco importante. Se estrae no ha mucho un metal de la mina de cerio, al cual se le ha dado el nombre de *lantano*.

Bismuto.—Este metal no era conocido ni de los griegos, ni de los romanos; pero Agrícola en 1529, hizo mencion de él en sus escritos. Se encuentra en estado nativo, de sulfuro simple ó compuesto, de arseniuro, de telururo y de fosfosilicato. Se esplota casi siempre el bismuto nativo, y como es muy fusible, basta calentarle en los crisoles para obtenerle. Se emplea el bismuto para componer el blanco de afeite, para hacer las aleaciones fusibles y para preparar algunos esmaltes. Este metal es de un blanco gris un poco rojizo y de estructura laminosa brillante. Se obtiene fácilmente cristalizado en tolvas derivadas del cubo. Puro es dúctil. Es poco tenaz. Un poco menos duro que el cobre. Su densidad es de 9,822. Se funde á 247°. Es volátil á 30 grados del piróm. Se empaña un poco al aire húmedo. Se oxida fácilmente por la tostacion. No descompone el agua en ningunas circunstancias. Se disuelve en el ácido nítrico y en el agua régia. No es atacado sensiblemente en frio por el ácido clorhídrico y por el sulfúrico. El ácido sulfúrico concentrado le disuelve en caliente. Se combina directamente con el azufre y con el selenio. Tiene poca afinidad con el fósforo. Calentado en el cloro, se inflama y se convierte en cloruro. Se alea muy bien con la mayor parte de los metales.

Cobre.—*Historia*.—El cobre es conocido desde tiempo inmemorial: entra como parte principal en la composicion de las armas y de los instrumentos cortantes de los antiguos. Los griegos y los romanos le sacaban de la isla de Chipre, de donde tomó el nombre de *cyprium* y por corrupcion el de *cuprum*.

Estado.—El cobre se encuentra en diferentes estados en la naturaleza: 1.° el cobre nativo, que se encuentra en gran cantidad, y hasta el presente muy puro; 2.° los cobres oxidado y oxidulado; 3.° el grupo mas numeroso es el de los sulfuros simples y compuestos; 4.° los seleniuros y arseniuros; 5.° las sales llamadas sulfato, fosfato, arseniato, silicato, carbonato y cromato. Los minerales existen en los terrenos antiguos y en los secundarios abundan sobre todo en el asperon rojo.

Para obtener el cobre se puede hacer uso de su óxido ó de su carbonato, que se calcina fuertemente con carbon. Lo mas frecuente es servirse del sulfuro que se tuesta al aire: el oxígeno del aire quema el azufre y oxida el metal; se trata en seguida el óxido por el carbon á una temperatura elevada.

Propiedades.—El cobre es de color rojo brillante; cristaliza en romboedros por fusion y enfriamiento; por la via húmeda cristaliza en cubos, y así es como se encuentra en la naturaleza. Es mas duro que el oro y la plata, y poco sonoro. Despues del

hierro es el mas tenaz de los metales; ocupa el tercer lugar respecto á la maleabilidad, y el quinto respecto á la ductilidad. Su densidad, fundido, es de 8,788: estendido, de 8,78: se funde á 27° pir. Calentado mas fuertemente, produce vapores que comunican á la llama un color verde; pero es estremadamente poco volátil. Está dotado de un olor y de un sabor muy desagradables. La mayor parte de sus combinaciones obran como venenos.

A la temperatura ordinaria no le altera el aire seco; el aire húmedo le cubre de verde gris, que es el *hidrocarbonato cúprico*. Calentado al aire sin estar fundido, se cubre de escamas de protóxido: fundido se embebe el protóxido. El cobre no descompone el agua á ninguna temperatura. El ácido nítrico le oxida y le disuelve: el ácido sulfúrico diluido le convierte por el intermedio del aire en sulfato cúprico: el mismo ácido concentrado le ataca con desprendimiento de ácido sulfuroso. El ácido clorhídrico ataca el cobre dividido. Los ácidos vegetales no le atacan sino por el intermedio del aire: los aceites grasos se comportan como los ácidos vegetales. Esta propiedad esplica la particularidad tan conocida de que las materias alimenticias que se hacen hervir en el cobre bien limpio y desoxidado, no se vuelven venenosas cargándose de cobre sino por el enfriamiento. En este caso es solamente cuando el aire puede atravesar el líquido, penetrar hasta el cobre y favorecer su disolucion.

El agua que contiene una pequeña cantidad de sal marina, obra fuertemente sobre el cobre: una disolucion concentrada no le ataca porque esta no contiene aire. El azufre, el selenio, el fósforo y el arsénico se combinan con el cobre mediante el auxilio del calor. El cloro y el bromo se combinan tambien con él dando lugar al desprendimiento de luz. Se alea con todos los metales, escepto el hierro y el plomo.

Plomo.—Fue designado por los antiguos químicos con el nombre de Saturno; es uno de los metales conocidos de mas antiguo, y fue el objeto de numerosos trabajos por parte de los alquimistas que esperaban convertirle en plata.

El plomo se encuentra lo mas comunmente en el estado de sulfuro; algunas veces se halla combinado con el selenio y el teluro; otras en el estado de sulfato, carbonato, fosfato, cromato, molibdato, tungstato y arseniato, y algunas en el estado de aluminato hidratado.

Estraccion.—El mineral de plomo mas abundante y el que se emplea con preferencia, es el sulfuro (*galena*). Se separa el azufre: 1.° oxidándole y sulfatizando una porcion de sulfuro por un lijero calor, mezclando despues sulfuro no tostado, y elevando la temperatura; resulta de esto gas sulfuroso y plomo metálico. Se repite la tostacion hasta que se haya formado un esceso de óxido que se reduce por el carbon. Cuando el sulfuro que se trata, contiene mucha ganga, se tiene cuidado de eliminarla añadiendo materias susceptibles de formar con ellas combinacio-

nes: sin esta precaucion arrastrarian una gran cantidad de plomo.

Cuando se emplea un mineral puro, y el hierro tiene poco coste en los paises de esplotacion, calentando el hierro con el sulfuro de plomo, se obtiene muy fácilmente y con suma celeridad la reduccion del plomo.

Propiedades.—El plomo es de un blanco azulado brillante, cuando su superficie es reciente; es bastante blando para ser rayado por la uña. Su tenacidad es muy débil, su dureza es de 11, 3303 á 17°; disminuye un poco por el martillado, que es lo contrario de lo que sucede con los otros metales. Se funde á 334°; cuando se calienta fuertemente, se volatiliza y esparce humos visibles en el aire. No tiene casi sabor, pero sí un olor particular muy pronunciado. El plomo se empaña *al aire*, y se vuelve gris negruzco cubriéndose de una capa de subóxido; fundido, se quema rápidamente y se convierte en protóxido. No descompone el agua. Los *ácidos* no oxidados no le atacan sino cuando se oxida por el contacto del aire. El *ácido carbónico* produce este mismo efecto. El ácido nítrico le ataca vivamente; el ácido sulfúrico le ataca tambien, cuando está concentrado é hirviendo; el ácido clorhídrico no le ataca, pero se forma un cloruro por el agua régia. El azufre, el selenio, el fósforo y el arsénico se combinan directamente con el plomo. Se alea á la mayor parte de los metales.

Usos.—Se hacen con el plomo diversos utensilios, como calderas, etc. Entra en la composicion de la soldadura de los plomeros y en la de los caracteres de imprenta; se sirven de él para la esplotacion de las minas de oro y plata, etc., etc. En fin, entra en la composicion de muchos medicamentos.

Metales de la 5.ª seccion.—Entre los metales de esta seccion, el que merece solamente ocupar nuestra atencion es el mercurio.

Mercurio.—*Historia y usos.*—Es uno de los metales conocidos de mas antiguo, y uno de aquellos, sobre el cual los químicos se han ejercitado con el mayor empeño. Ha sido estudiado particularmente por los alquimistas, que le miraban como plata imperfecta, y le llamaban *plata viva*. Sus investigaciones, aunque dirigidas hácia un objeto que no alcanzaron, han dado sin embargo resultados de mucha utilidad. Se sirven del mercurio para recoger y medir los gases, para fabricar los termómetros y los barómetros. Aleado al estaño, constituye la amalgama de los espejos; combinado con el azufre, se emplea en la pintura con el nombre de *bermellon*. En la medicina sirve de base á medicamentos de grande utilidad.

Estado.—El mercurio existe en la naturaleza bajo ocho estados principales: 1.° metálico, 2.° sulfuro, 3.° sulfuro zincífero, 4.° bisulfuro zincífero, 5.° seleniuro, 6.° protocloruro, 7.° ioduro y 8.° amalgama de plata.

Estraccion.—Se tratan particularmente los sulfuros en las minas del Palatinado. Se mezcla la mina con cal apagada, y se destila en retortas de fundicion.

Propiedades.—El mercurio es de un color blanco muy brillante, sin olor ni sabor. Líquido hasta—39°,44. Sólido se asemeja al plomo por su maleabilidad, su ductilidad y su tenacidad; en estado sólido produce sobre los órganos la misma sensacion que un cuerpo muy caliente. Hierve á 360°; á 20 emite sensiblemente vapores; á 80 se volatiliza en cantidad considerable con el vapor de agua. Cuando está sólido su densidad es de 140,191. Líquido á 17°, 13,5886. El agua no parece que le oxida, aun cuando le empaña poco á poco. Calentado á 350° absorbe el oxígeno y forma óxido rojo. No descompone el agua. El ácido nítrico le disuelve en frio. El ácido sulfúrico concentrado le disuelve, ayudado del calor. Los ácidos sulfuroso y fosfórico no le atacan. El ácido clorhídrico no tiene tampoco accion sobre él. El azufre, el fósforo, el arsénico y el cloro se unen directamente al mercurio. Se alea á un gran número de metales; y sus aleaciones se llaman *amalgamas.*

Osmio, iridio, rodio, paladio.—Estos cuatro metales se encuentran en la mina de platino. El *osmio* fue descubierto en 1803 por Tennant; es un polvo negro ó una masa aglomerada de un blanco, que tira al azul agrisado.—El *iridio* fue descubierto en 1803 por Descostils y Tennant; se le dió este nombre á causa de la variedad de color de sus disoluciones; es de un color gris blanquecino; densidad 15,68.—El *rodio* fue descubierto en 1804 por Wollaston; se le dió este nombre porque muchas disoluciones son rosadas; es blanco; densidad 10,65—*Paladio.* Este hermoso metal fue aislado en 1803 por Wollaston; es de un color blanco plateado; su densidad es de 11,3.

Metales de la 6.ª seccion.—Los metales de la sesta seccion no absorben el oxígeno á ninguna temperatura y no descomponen el agua ni en frio ni en caliente. Solo el calor reduce sus óxidos.

Plata.—La plata ha sido conocida en los mas remotos tiempos; se encuentra en la naturaleza en muchos estados: 1.° plata nativa; 2.° plata sulfurada; 3.° sulfurada, seleniada, telurada, arsenicada y combinada con otros muchos metales; 4.° en estado de cloruro é ioduro; 5.° aleada con el oro, con el antimonio y con el mercurio, y 6.° en estado de carbonato. Se encuentra tambien, aunque en pequeña porcion, en la mayor parte de los sulfuros de plomo, de cobre y de arsénico.

Estraccion.—Los procedimientos que se siguen para estraer la plata, son muy variados, segun la naturaleza de las minas. Estos procedimientos consisten en reducir la plata al estado metálico aleándola con el plomo ó con el mercurio. Se separa del primero por la *copelacion*, operacion que consiste esencialmente en oxidar el plomo bajo la influencia del calor, y del segundo, destilando la amalgama; el mercurio se destila y la plata queda libre. Obtenida así, no resulta químicamente pura. He aquí cómo se puede tener exenta de metales estraños. Se forma cloruro de plata precipitándole del nitrato de plata por la sal marina, se lava bien este cloruro con agua hirviendo, se hace fundir en

un crisol dos veces su peso de potasa, y cuando esta se halla líquida, se echa poco á poco el cloruro, que se reduce desprendiéndose oxígeno y ácido carbónico; se calienta en seguida hasta el punto de fusion, y se encuentra un boton metálico de plata pura.

Propiedades.—Es de un color blanco puro, muy brillante; cristaliza en octaedros ó en cubos; no tiene olor ni sabor. Despues del oro, es el mas maleable y el mas dúctil de los metales. Su densidad es de 10,4743; se funde á 22.° pir. W. Es muy poco volátil. El aire no la oxida. Lucas ha demostrado que fundida, absorbe el oxígeno en cantidad que asciende, segun Gay-Lussac, á 22 veces su volúmen; pero le abandona en su totalidad por el enfriamiento espontáneo. Una pequeña porcion de oro ó de cobre la hace perder esta propiedad. El ácido nítrico la ataca fácilmente; el ácido sulfúrico no la ataca sino cuando está concentrado. El ácido clorhídrico la ataca sensiblemente. Los ácidos vegetales no tienen accion sobre ella. Los álcalis cáusticos, los carbonatos ó nitratos alcalinos no la atacan cuando está pura. Se combina directamente con el azufre, el fósforo y el arsénico. Con el auxilio del calor descompone el gas sulfhídrico; se alea con un gran número de metales, pero no con el cobalto ni con el hierro.

Usos.—En razon de la propiedad que tiene la plata de ser inalterable, se hacen con ella una multitud de vasos y de joyas: forma la mayor parte de nuestra moneda. En medicina se emplea en el estado de azoato.

Oro.—Este metal, conocido en todos tiempos, se distingue por ser sólido, amarillo, muy brillante, inodoro é insípido. Es el mas dúctil y el mas maleable de todos los cuerpos. Reducido á hojas de 0^m, 00009 de espesor, es trasparente y deja pasar una luz de un verde azulado. Es muy tenaz y poco duro. Su peso específico=19,257. Es menos fusible que la plata. No es volátil.

El oxígeno y el aire no le alteran de ninguna manera ni en caliente ni en frio. Algunos químicos piensan, que con una fuerte descarga eléctrica se consigue oxidarle por lo menos; el oro sometido á esta influencia se trasforma en un polvo purpurino, que segun Buisson es el oro sumamente dividido.

Todos los metalóides han sido unidos al oro á escepcion del boro, el silicio, el cárbono y el ázoe. Un gran número de metales pueden combinarse al oro y formar aleaciones, de las cuales algunas ofrecen interés.

El oro no se encuentra mas que en estado nativo, ó combinado con un poco de plata, de cobre y hierro. Se encuentra las mas veces en las arenas que le llevan, y á causa de esto, se llaman *arenas auríferas*. Para obtenerle, se lavan las arenas auríferas; se separa de ellas el oro, amalgamándole con el mercurio; y se le priva de este metal por la destilacion. Cuando el oro está asentado en una ganga, se muele con el mercurio; este se amalgama al oro; y se somete en seguida la amalgama á la destilacion.

El oro sirve para hacer vasijas y alhajas mas preciosas que las que se fabrican con la plata: se emplea tambien para la elaboracion de nuestras monedas. Precipitándole de su disolucion nitro-hidroclórica por el cloruro de estaño, se obtiene la *púrpura de Cassius*, y tratando la misma disolucion por el sulfato de protóxido de hierro, se obtiene el polvo de oro con el cual se dora la porcelana.

Platino.—Aunque se conoce este metal desde el año de 1735, hasta hace 30 años no se consiguió aglomerarle y forjar el platino en esponja: antes de este procedimiento se empleaba el arsénico para aglomerarle. En 1752 Scheffer habia anunciado este procedimiento, que fue practicado y perfeccionado por Willis, Margraf, Guyton, etc. El platero Zanetti fue el primero que ejerció en grande el arte de la fabricacion de los objetos de platino. Este metal es un cuerpo sólido, casi tan blanco como la plata muy brillante, muy dúctil y muy maleable, es muy blando hasta el punto de dejarse rayar por la uña. Su tenacidad es grande y su peso específico de 21,53, peso mas grande de todos los cuerpos conocidos. No es fusible sino con el auxilio del soplete de gas.

El oxígeno y el aire no tienen accion sobre él ni en frio ni en caliente. Sin embargo, por medio de una fuerte descarga eléctrica se llega á oxidarle.

El boro, el azufre, el selenio, el fósforo, el iodo, el bromo y el cloro se combinan fácilmente con el platino: sucede lo mismo con la mayor parte de los metales; se nota sobre todo que el iridio y el osmio le vuelven muy duro.

No repetiremos otra vez la propiedad que tiene de inflamar el hidrógeno cuando está reducido á esponja (véase art. hidrógeno). Diremos solamente que M. Liebig ha reconocido en el *negro de platino* (platino en polvo) la propiedad de absorber los gases á la manera del carbon.

Estado natural, estraccion.—El platino no se encuentra mas que en combinacion con el hierro, el plomo y el cobre; y con el rodio, iridio, paladio, osmio, etc. Para aislarle, se disuelven estas combinaciones en el agua régia, se echa sobre la disolucion el clorhidrato de amoníaco, y se produce un precipitado formado de cloruro de platino y de clorhidrato de amoníaco. Se recoge el precipitado y se calcina. Por esta operacion el clorhidrato de amoníaco, así como el cloro del cloruro, se desprenden y dejan por residuo el platino en estado esponjoso. Es este metal bastante difícil de forjar. Sin embargo, aleándole con una pequeña cantidad de arsénico que le hace algo mas fusible, basta calentarle convenientemente en contacto del aire para hacer pasar el arsénico al estado de ácido arsenioso que se volatiliza; mientras que el platino que queda, ha adquirido la propiedad de dejarse forjar.

Usos.—El platino, en razon de su inalterabilidad y de su infusibilidad, es muy útil para la preparacion de diferentes instrumentos empleados en cirujia ó en los laboratorios de química.

Se sirven de él para construir el oido de los cañones de fusil y para cubrir el fondo de la cazoleta.

§ IV. De las aleaciones.

Hemos visto ya que los metales pueden unirse los unos con los otros, y que los compuestos que resultan llevan el nombre de *aleaciones*. Cuando el mercurio entra en combinacion con un metal, se da á este producto el nombre de *amalgama*.

Los químicos no estan de acuerdo en la importante cuestion de si los metales se combinan entre sí para formar combinaciones definidas, como sucede en los óxidos, las sales, etc. Los unos admiten que se combinan en proporciones determinadas: los otros por el contrario, creen que la combinacion se hace en todas proporciones. Sin embargo, se puede creer que las aleaciones cristalizadas estan formadas segun la ley que preside á la combinacion de todos los cuerpos.

Propiedades físicas.—La mayor parte de las aleaciones ofrecen propiedades físicas que son comunes á los metales; todas son sólidas á escepcion de la aleacion de potasio y sodio, y de las amalgamas con esceso de mercurio: son brillantes, á no ser que esten en polvo muy fino; tienen un color que les es propio; son opacas y poseen una densidad que participa de la de los metales que constituyen la aleacion. Todas cristalizan mas ó menos bien. Algunas tienen un olor particular; otras son muy sonoras y muy elásticas. Conducen bien como los metales el calórico y el fluido eléctrico.

Dureza de las aleaciones.—Una propiedad notable de las aleaciones es la de ser mas duras, mas quebradizas, mas agrias y menos dúctiles, por término medio, que los metales que las componen. Se puede decir en general, que las aleaciones formadas por metales quebradizos, lo son tambien sin escepcion; que las que estan formadas por un metal dúctil y un metal quebradizo, son quebradizas cuando los dos metales estan en proporciones iguales, y no participan por el contrario de las propiedades de un metal dúctil, sino cuando este es muy predominante. Los metales dúctiles producen combinándose entre sí aleaciones frágiles, siempre que no predomine ninguno de los dos metales. Parece que los metales uniéndose entre sí disminuyen ó aumentan de volúmen, de manera que su densidad es muy variable.

Descomposicion de las aleaciones por el calor.—Sometidas las aleaciones á la accion del fuego se calientan rápidamente, se dilatan y entran en fusion. Se observa que la aleacion es siempre mas fusible que el metal menos fusible entre las que la componen. Cuando los metales que sirven para formar una aleacion, son fusibles con corta diferencia al mismo grado, la aleacion es siempre mas fusible que el que se funde mas prontamente. Las aleaciones

que contienen metales volátiles, se descomponen siempre en parte ó en su totalidad, cuando se someten á la accion de una temperatura elevada. Así las amalgamas pierden totalmente su mercurio, mientras que las aleaciones de arsénico, de potasio, de teluro, de cadmio y de zinc no se descomponen sino en parte.

Accion del aire.—El oxígeno y el aire obran sobre las aleaciones como sobre sus metales separados, solamente que la accion es menos viva. Si uno de los metales es muy oxidable y el otro no lo es, se pueden separar fácilmente oxidando el primero; ejemplo de esto tenemos en el plomo y la plata.

Estado, preparacion.—Muchas aleaciones se encuentran formadas naturalmente. Pero en lo general se preparan fundiendo los metales en un crisol y agitando la mezcla despues de la fusion. Se cuela en seguida la aleacion y se vacia en moldes ó en una rielera.

Usos.—Muchas aleaciones tienen uso en las artes; especificaremos sus aplicaciones hablando de las mas empleadas.

Amalgama de estaño.—Es liquida, un poco menos fluida que el mercurio; el calor la descompone. No absorbe el oxígeno sino muy difícilmente. Se obtiene calentando una parte de estaño y una de mercurio.

Una parte de estaño y tres de mercurio producen una amalgama blanda fácilmente cristalizable. Partes iguales dan una amalgama sólida.

Se sirven de esta *amalgama para hacer los espejos.* Para este efecto, se estiende sobre una mesa bien horizontal una hoja de estaño y se vierte despues encima cierta cantidad de mercurio. Se resbala despues sobre ella un cristal bien plano, de manera que corte la capa de mercurio en dos; y en fin, se carga de peso. La amalgama que se forma, se adhiere fuertemente á las paredes del cristal, y le comunica la propiedad de reflejar los objetos.

Amalgama de bismuto.—Es en parte líquida y en parte cristalizada, se funde fácilmente, se adhiere á los cuerpos que se ponen en su contacto y se descompone por el calor. Se obtiene del mismo modo que la precedente.

Se emplea para estañar los globos de cristal. Esto se consigue fundiendo reunidas una parte de bismuto y cuatro de mercurio: se vierte esta mezcla todavía caliente en los globos bien secos y tambien calientes, y se estiende la amalgama por todas las partes del globo. Una porcion de esta amalgama se solidifica y produce un hermoso estañado.

Estaño y hierro.—Se alean directamente estos dos metales, cuando se mezclan sus óxidos con carbon: una pequeña parte de hierro basta para alterar la blancura del estaño y hacerle sensible á la accion de la barra imantada.

Estaño y antimonio.—Estos metales se alean perfectamente; las aleaciones son tan blancas como el estaño; pero mucho mas duras y menos dúctiles. Se fabrican utensilios de estaño con la aleacion de 0,80 de estaño y 0,20 de antimonio.

Aleaciones de zinc y de estaño.—Son dúctiles con tal que el zinc esté exento de hierro: la aleacion compuesta de partes iguales de los dos metales, es casi tan tenaz como el laton.

Estaño y plomo.—Se alean con dilatacion: son estas aleaciones mas duras y menos blancas que el estaño. Las hay mas fusibles que el estaño: la *aleacion* ó *soldadura de los plomeros*, compuesta de un átomo del uno y del otro metal, se halla en este caso: su densidad es de 9,5535. El estaño preserva al plomo de la oxidacion por los ácidos débiles. Vauquelin ha visto que la aleacion que no contiene sino 0,17 de plomo, no es atacada, ni por el vino, ni por el vinagre. Por esta causa se puede emplear para hacer utensilios; pero se deslustra mucho mas prontamente que una aleacion que no contiene sino 0,08 á 0,10 de plomo.

Cobre estañado.—No es otra cosa que el cobre sobre el cual se ha aplicado una capa de estaño muy fina. Para conseguirlo se calienta la pieza que se ha de estañar, y se frota con una estopa despues de haberla espolvoreado con sal amoníaco; para privarla del óxido se calienta entonces de nuevo el cobre y se estiende sobre él una capa de estaño fundido que se puede cubrir de resina; esto se hace con el fin de que el estaño no se oxide. Se debe continuar frotando hasta que el estaño esté bien estendido.

En este estañado no se alea el estaño al cobre, no hace mas que sobreponerse simplemente, de donde resulta que no dura largo tiempo.

El estaño, unido á $\frac{1}{8}$ de hierro, forma un estañado mas sólido que el estaño puro.

Hoja de lata.—No es otra cosa que el hierro reducido á láminas, cuyas dos superficies se cubren de una capa de estaño. Para este efecto se desoxida la hoja de hierro, se sumerge en un baño de sebo, y despues en un baño de estaño, cubierto de sebo fundido; solo restan despues practicar algunas operaciones, cuyo objeto es hacer mas igual la capa de estaño que recubre al hierro.

Cuando se espone durante algun tiempo una hoja de hoja de lata á la accion de un líquido formado de 3 partes de ácido clorhídrico, 2 de ácido azóico y 8 de agua, se obtiene despues de lavado un producto, que se conoce con el nombre de *muer metálico*. En esta operacion no se hace mas que disolver la capa superficial de estaño que recubria las capas formadas por una multitud de cristales. Para obtener el muer de diversos colores, basta cubrir las hojas con un barniz del color que se desea. Se preserva al mismo tiempo la hoja de toda oxidacion.

Hierro y zinc. (*Hierro galvanizado.*)—Se obtiene este producto, que se ha introducido nuevamente en la industria, sumergiendo las partes de hierro bien desoxidadas en el zinc fundido; se forma en la superficie una aleacion que preserva

hierro de la oxidacion. Parece, segun nuevas investigaciones, que el hierro zincado así, posee como el acero, respecto al magnetismo, propiedades coercitivas.

ALEACION DE COBRE Y DE NIQUEL.—Se alean dos átomos del primero y un átomo del segundo. Se obtiene una aleacion fusible, dúctil, tenaz, de un hermoso gris de platino.

ALEACIONES DE COBRE, NIQUEL Y ZINC.—Estas aleaciones muy usadas en la China, se conocen con el nombre de *pakfung*, *tou-tonague*, *cobre blanco*. Son casi tan blancas como la plata. Segun Gersdorff, las aleaciones compuestas como se sigue:

Cobre	0,50 —	0,55 —	0,60 —	0,57
Níquel	0,25 —	0,20 —	0,20 —	0,20
Zinc	0,25 —	0,25 —	0,20 —	0,20
Plomo				0,03

son propias: primero, para la fabricacion de las cucharas y tenedores; segundo, para hacer guarniciones de cuchillos, despabiladeras, etc.; tercero, para preparar los objetos laminados; y por último, para fabricar los objetos que deben soldarse, tales como calderas, espuelas, etc.

MALECOT.—Esta aleacion, fabricada en París, es de un hermoso color blanco, que imita muy bien á la plata. Contiene cobre, 0,562; níquel, 0,168; zinc, 0,130; hierro, 0,034; estaño y cobalto, 0,02.—La adicion del hierro hace las aleaciones mucho mas blancas; pero al mismo tiempo las hace aparecer mas agrias.

ALEACIONES DE COBRE Y DE ESTAÑO.—Eran muy empleadas por los antiguos que se servian de ellas para hacer sus armas ó sus instrumentos aratorios. Se emplean para hacer las *aleaciones de campanas* y *de cañones*, y para fabricar objetos amoldados.—El *bronce* que sirve para los cañones contiene 0,080 á 0,12 de estaño; el bronce para estatuas contiene 0,20 de estaño. Tambien es la misma la composicion del *tam-tam* ó *gonz* de los chinos, cuya densidad es de 8,933. Arcet ha reconocido que puede ser forjada á una temperatura muy baja, que adquiere por el temple bastante ductilidad para ser trabajada con el martillo, y que si se deja enfriar lentamente despues de haberla calentado hasta cierto grado, se vuelve dura, quebradiza y estremadamente sonora.

ALEACIONES DE ZINC Y DE COBRE.—Son de mucho uso y conocidas con los nombres de *laton*, *cobre amarillo*, *oro de Manheim*, *metal del príncipe Roberto* y *similor*.—El zinc palidece el color del cobre; en ciertos límites da un hermoso amarillo de oro; en mayor proporcion comunica el amarillo verdoso, y en fin, cuando entra por mitad en la aleacion es gris azulado. He aquí la composicion del mejor laton de *Jemmapes*: cobre, 0,641; zinc, 0,336; plomo, 0,020; estaño, 0,005. En Inglaterra se fabrica una alea-

cion triple, escelente para construir cuchillos, para quitar el color de los cilindros y para imprimir las telas. Esta aleacion es: cobre, 0,815; zinc, 0,105; estaño, 0,080.

ALEACION DE ANTIMONIO Y DE PLOMO.—(*Caracteres de imprenta.*)—Sólida, maleable, mucho mas dura que el plomo, fusible á una temperatura inferior al rojo de cereza; absorbe el oxígeno á una temperatura elevada formando un *antimonito de plomo*. Se obtiene fundiendo 20 partes de antimonio y 80 de plomo; algunas veces se añaden algunos céntimos de cobre. Se sirven de esta aleacion para hacer los caracteres de imprenta.

ALEACIONES DE PLATA Y DE COBRE.—Las diferentes aleaciones de cobre y de plata empleadas son blancas, menos dúctiles y menos fusibles que la plata; no absorben el oxígeno sino á una temperatura elevada; en este caso se oxida el cobre, mientras que la plata queda pura. Para obtener la aleacion mas empleada se funden en un crisol 9 partes de plata y 1 de cobre.

Con esta aleacion es con la que se hacen en Francia todas las monedas de plata.

Si en vez de las proporciones precedentes se emplean 4 partes de cobre con una de plata, se obtiene la aleacion de las piezas pequeñas de 10 céntimos, ó sea la moneda de *calderilla*. La que se emplea para las obras de platería está formada de nueve partes y media de plata y media de cobre. Cuando se quieren hacer cubiertos y vajillas, en vez de la que se destina para la fabricacion de las alhajas, se forma con 8 partes de plata y 2 de cobre.

Las diferentes cantidades de plata que componen la aleacion constituyen su *ley*: esta es tanto mas elevada cuanto mas rica es la aleacion en plata. Así se dice que la ley de la plata de la moneda es de $\frac{900}{1000}$; la ley de la moneda de vellon de $\frac{200}{1000}$, y la que se emplea para el arte de platería ya la ley de $\frac{950}{1000}$, ya la de $\frac{800}{1000}$.

Ensayo de las aleaciones de cobre y plata.—Estas análisis son frecuentemente indispensables para determinar la ley de las aleaciones empleadas, ya en la moneda ó ya en la joyería. Con este fin se hace uso de un procedimiento conocido de muy antiguo con el nombre de *copelacion*, el cual tiene por objeto separar el oro ó la plata de los metales estraños. Esto se consigue calentando fuertemente la aleacion en una vasija llamada *copela*; pues esta vasija se halla compuesta de materias absorbentes de los óxidos estraños que se forman, y el metal noble queda solo y brillante. Para que pueda efectuarse la separacion de los metales estraños, es indispensable alear la materia que se quiere ensayar con cierta proporcion de plomo, cuyo óxido formándose arrastra los óxidos de los metales estraños. Se puede sustituir el bismuto al

plomo. La copelacion exige como condicion indispensable que las escorias tengan la facultad de embeberse en la copela. Este modo de analizar, notable por su gran sencillez, no da resultados de una exactitud suficiente.

Un nuevo procedimiento llamado por la via húmeda ha sido introducido en el laboratorio del contraste por Gay-Lussac. Este consiste en determinar la ley de las materias de plata por la cantidad de una disolucion dada de sal marina: esta en proporcion suficiente para precipitar con exactitud la plata contenida en un determinado peso de aleacion. Este procedimiento está fundado sobre los principios siguientes. La aleacion, disuelta de antemano en el ácido nítrico, se mezcla con una disolucion marcada de sal marina; esta sal precipita la plata en estado de cloruro, y este producto es insoluble del todo en el agua y aun en los ácidos. La cantidad de cloruro de plata precipitada se determina por el volúmen de la disolucion marcada de sal marina, necesaria para precipitar exactamente la plata disuelta en el ácido nítrico. Se reconoce fácilmente el término de la completa precipitacion de la plata por la cesacion de toda nebulosidad. Cuando se vierte gradualmente la disolucion de sal marina en la disolucion de nitrato de plata, 1 milésimo de metal se hace muy sensible en un peso de líquido de 100 gramos; se aprecia todavía muy bien $\frac{1}{2}$ y hasta $\frac{1}{4}$ de milésimo, con tal que antes de la adicion de la sal marina, el líquido esté perfectamente claro. Agitando fuertemente durante uno ó dos minutos el líquido lechoso se clarifica suficientemente para que se pueda apreciar despues de algunos instantes de reposo el enturbiamiento que podria producir la adicion de un milésimo de plata.

Suponiendo que se opera sobre 1 gramo de plata pura, la disolucion de sal marina debe ser tal, que sean necesarios 100 gramos si se mide en peso, y 100 centilitros si se mide en volúmen para precipitar exactamente toda la plata. Esta cantidad de disolucion está dividida en 1000 partes llamadas *milésimos*. La ley de una aleacion se da por el número de milésimos de disolucion de sal marina, necesarios para precipitar la plata contenida en 1 gramo de esta aleacion.

Aleacion de oro y de cobre.—Es de un hermoso color amarillo de oro, menos dúctil, mas dura y mas fusible que el oro, no absorbe el oxígeno sino á una temperatura muy elevada, entonces se oxida el cobre y el oro se depura. Se obtiene fundiendo reunidas 9 partes de oro y 1 de cobre. Esta es la única ley que se emplea para la fabricacion de la moneda de oro. En los vasos y ornamentos de oro varía la ley: los unos tienen la de $\frac{920}{10000}$; los otros de $\frac{840}{10000}$; en fin, otros la de $\frac{750}{10000}$; de donde resulta que para las obras de oro hay hasta tres leyes, al paso que para las de plata solo se conocen dos.

Plata sobredorada.—Se da el nombre de plata sobredorada á la plata que se ha dorado con una amalgama de oro. Se hacen con esta aleacion una multitud de vasos, cubiertos, etc.

Aleacion fusible en el agua hirviendo.—Esta aleacion es de un gris de plomo fusible á 90°, y por consiguiente en el agua hirviendo ó al vapor. Para obtenerla basta unir por la fusion 3 partes de estaño, 8 de bismuto y 5 de plomo. Se sirven de ella para clisar las medallas. Añadiendo un poco de mercurio, se hace mucho mas fusible y puede servir para hacer inyecciones anatómicas.

§ VII. De los óxidos metálicos en general.

Historia.—Los óxidos metálicos son combinaciones binarias; estas resultan como lo indica su nombre de la combinacion del oxígeno con los metales. Los antiguos los conocian con el nombre de *cales metálicas*, y los consideraban como los metales desprovistos del flogístico que el carbon les restituia por la calcinacion. Su historia, empezada por Lavoisier, ha sido completada por muchos químicos: entre estos es necesario citar á Davy y Berzelius.

Clasificacion.—Los óxidos se dividen generalmente en tantas secciones cuantos son los metales; y tambien segun el mismo órden que los metales que tienen por radical. Sin embargo, se pueden clasificar además con arreglo á las propiedades que poseen en cuatro clases bien distintas.

1.ª Algunos óxidos gozan de las propiedades ácidas muy marcadas y se combinan muy bien con las bases: á estos se les ha dado el nombre de ácidos metálicos; tales son los ácidos arsénico, arsenioso, crómico, antimónico, antimonioso, túngstico, molibdico, etc.

2.ª Otros óxidos gozan de propiedades básicas: estos son los óxidos propiamente dichos, los cuales se combinan muy bien con los ácidos.

3.ª Algunos no se combinan ni con las bases, ni con los ácidos: son *neutros* ó *indiferentes*, y de aquí el nombre de *óxidos indiferentes* que se les ha dado.

4.ª. En fin, hay óxidos que no se combinan á los ácidos sino despues de haber perdido una cierta cantidad de oxígeno. A estos se les ha dado el nombre de *óxidos singulares*, en razon de esta manera de comportarse con los ácidos: tales son los bióxidos de manganeso, de bario, el peróxido de potasio, de sodio, etc.

Es necesario conocer estas diferentes denominaciones, porque se hace uso de ellas muy frecuentemente.

Propiedades físicas.—Los óxidos son sólidos, quebradizos, sin lustre, su color varía mucho, son inodoros é insípidos, escepto

los de la primera seccion ó aquellos que son solubles. Mas pesados que el agua y menos que el metal que los forma, á no ser el potasio ó el sodio. Ninguno tiene accion sobre la tintura de tornasol; algunos la restablecen el color azul si ha sido enrojecida por un ácido. Los óxidos de la primera seccion y el de magnesio enverdecen el jarabe de violetas y enrojecen el color amarillo de cúrcuma.

Accion del calor.—El calor obra de diferentes maneras sobre los óxidos; reduce á los de las dos últimas secciones, y no altera los de la segunda. Entre los óxidos de la primera, tercera y cuarta seccion, ninguno puede ser reducido enteramente por el calor: solamente algunos pierden una porcion de oxígeno, y pasan á un grado inferior de oxidacion. Entre estos se cuentan los bióxidos de calcio, estroncio, manganeso, plomo, y los sesquióxidos de sodio, urano, cobalto, etc.: solamente que la temperatura á que se verifica esta pérdida, varía infinitamente. Ningun óxido es volátil, á no ser algunos que juegan papel de ácidos; tales son el peróxido de osmio y el ácido arsenioso. Sin embargo, el protóxido de antimonio es volátil. Hay entre ellos algunos que se funden fácilmente.

Accion de la luz.—La luz no obra todo lo mas, sino sobre los de la sesta seccion, aunque esto no está bien demostrado; se defiende sin embargo, que esta es la accion que ejerce sobre el óxido de oro.

Accion de la electricidad.—Todos los óxidos pueden ser descompuestos por una fila de 100 pares: en este caso el oxígeno se desprende al polo positivo, y el metal reducido se marcha al polo negativo. Sin embargo, los óxidos de la segunda seccion no se reducen sino por medio de un aparato inventado por Becquerel: aun así no se obtiene el metal sino en estado de aleacion.

Accion de la aguja imantada.—Entre los óxidos, solo el protóxido de hierro y el óxido de hierro compuesto ($F\,O$, F^2O^3) son sensibles á la accion de la aguja imantada.

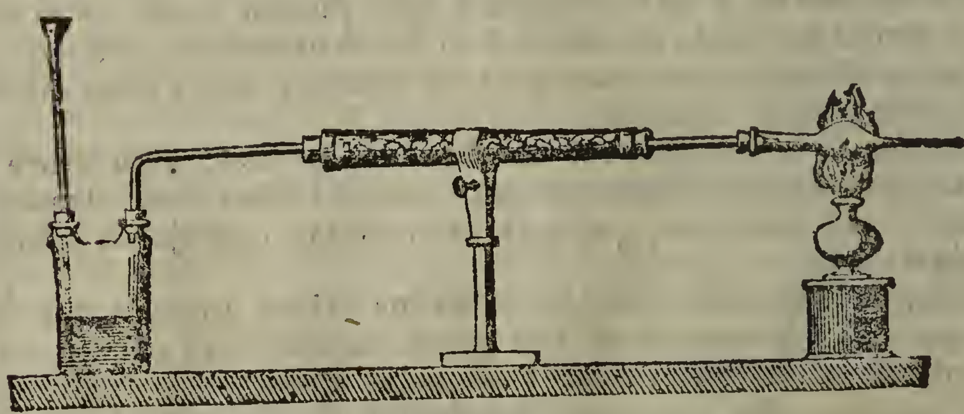
Accion del oxígeno.—Los protóxidos de cobalto, de hierro, de manganeso y algunos otros pueden absorber el oxígeno á la temperatura ordinaria: tambien pueden oxidarse con tal que sean hidratados. Otros óxidos, tales como los protóxidos de potasio, de bario, etc., no absorben el oxígeno sino á una temperatura elevada; pero es necesario que este gas esté perfectamente seco. Muchos óxidos espuestos al contacto del aire absorben el ácido carbónico que contiene este fluido.

Accion del hidrógeno.—El hidrógeno no reduce los óxidos sino á una temperatura muy elevada, y no tiene accion sobre los óxidos terrosos y sobre los protóxidos alcalinos. En todos los casos en que hay descomposicion, se forma agua y queda libre el metal.

De esta reaccion se saca partido frecuentemente para reducir muchos óxidos al estado metálico. El aparato en que se ejecuta esta operacion, consiste (fig. 36) en un frasco bitubulado

que contiene zinc, y sobre el cual se vierte por un tubo de embudo, ácido sulfúrico diluido en agua: el gas hidrógeno se desprende por el tubo encorvado, atraviesa despues un tubo grueso derecho lleno de cloruro de calcio fundido, y este cuerpo retiene ávidamente el agua que el hidrógeno arrastra consigo. Desecado así este gas llega á una ampolla que contiene el óxido metálico calentado hasta el rojo por medio de una lámpara de alcohol. El metal reducido así, goza algunas veces de propiedades particulares. Por este procedimiento se puede obtener el hierro metálico espontáneamente inflamable con el contacto del aire.

Fig. 36.



Accion del carbono.—El carbono descompone todos los óxidos metálicos á una temperatura elevada, escepto los de la segunda seccion y los protóxidos de bario, de estroncio, de calcio y de litio. El carbono uniéndose al oxígeno, forma ó el óxido de carbono, ó el ácido carbónico; y siempre se reduce el metal Con el auxilio de este metalóide y del precedente, se reduce en las artes una buena parte de los metales usados.

Accion del fósforo y del azufre.—El fósforo y el azufre tienen dos maneras de obrar, segun que se opera por la via seca ó por la via húmeda. En el primer caso el metalóide reduce una porcion de óxido, se apodera del oxígeno de este para formar el ácido mas oxigenado, se combina con el óxido no descompuesto á menos que este no sea descomponible á la temperatura á que se opera, y el metal reducido con una porcion de metalóide forma por esta union un *fosfuro* ó un *sulfuro*. En el segundo caso ó sea cuando se opera en contacto del agua, se verifica la misma descomposicion; pero en lugar de los ácidos mas oxigenados, no se forma con el fósforo sino un poco de ácido fosfórico y un hipofosfito. En este caso el agua se descompone al mismo tiempo y

de aquí el desprendimiento de sesquifosfuro de hidrógeno. Si se ha empleado el azufre, se obtiene un hiposulfito y un sulfuro sulfurado ó polisulfuro.

Accion del iodo.—Los óxidos de potasio, de sodio, de bismuto y de plomo se descomponen en seco y á una temperatura elevada por la accion del iodo; el oxígeno se desprende y el iodo se une al metal.

Los protóxidos de estaño y de cobre pasan al estado de peróxido, mientras que una porcion de metal se combina con el iodo. Se une tambien á la barita, á la estronciana y á la cal, y no tiene accion sobre los demás óxidos.

Por el intermedio del agua se forma siempre un iodato á espensas del oxígeno del ácido, y un ioduro por la combinacion del metal reducido y de una parte del iodo.

Accion del cloro.—El cloro tiene una accion sobre los óxidos digna de ser considerada. Si se hace pasar una corriente de cloro sobre un óxido metálico, espuesto en un tubo horizontal calentado hasta el rojo, se observa que el oxígeno se desprende y que el cloro le sustituye en su lugar. Solo los óxidos de la segunda seccion, parece que estan esceptuados de esta regla.

Si en lugar de obrar así se hace pasar una corriente de cloro por agua que contenga en disolucion ó en suspension un óxido, este se descompondrá en parte; su metal puesto en libertad formará un cloruro con una porcion del cloro, y su oxígeno uniéndose á una parte del cloro, formará ácido hipoclórico que se unirá al óxido no descompuesto. Si la disolucion está concentrada ó si se eleva la temperatura durante la reaccion, en este caso una porcion del oxígeno, en vez de combinarse con una nueva porcion de cloro para formar un hipoclorito, se unirá al ácido hipocloroso ya formado para hacerle pasar al estado de ácido clórico. De aquí resulta la presencia de los cloratos en los productos de esta especie de reacciones.

Accion de los metales.—La accion de los metales sobre los óxidos metálicos, depende de su afinidad recíproca con el oxígeno. Si el metal pertenece á las primeras secciones y el óxido por el contrario á las últimas, el metal podrá descomponer el óxido, apoderándose de su oxígeno y reduciendo el otro metal. Este metal quedando libre, podrá en muchas circunstancias combinarse al metal descomponente si este último se encuentra en esceso; resulta de esto que el potasio, el sodio y los demás de la primera seccion podrán descomponer todos los óxidos á escepcion de los de la segunda seccion. Algunas veces estas descomposiciones no son sino parciales: esto sucede cuando el metal tiene una afinidad para con el oxígeno, casi igual á la del metal del óxido; este óxido pasa entonces al *summum* de oxidacion; en este caso el otro metal se apodera del esceso del oxígeno. Esta descomposicion parcial puede ser solicitada por una porcion de causas que no creemos del caso referir en este lugar.

Accion del agua.—Entre los óxidos metálicos solo son solubles en el agua los de la primera seccion: los protóxidos de hier-

ro, de manganeso y de estaño la descomponen apoderándose de su oxígeno. Algunos por el contrario se descomponen disolviéndose en ella: estos son los peróxidos de potasio y de sodio, y los bióxidos de bario, de estroncio y de calcio.

Pero la mayor parte de los óxidos pueden contraer combinaciones con el agua y formar *hidratos*; especie de sales en las cuales el agua hace el papel de ácido, y que estan formadas en tales proporciones que el oxígeno del agua está en cantidad igual á la del oxígeno que contiene el óxido. Estas combinaciones se hacen las mas veces con desprendimiento de calor bastante considerable, como puede verse cuando se apaga la cal; esta desarrolla combinándose con el agua un calor que se hace subir á mas de 300°. El agua, combinándose con un óxido, le da algunas veces un color muy diferente, como se tienen ejemplos en el hidrato de bióxido de cobre, que es azul, en el de protóxido de cobalto, que es azul violeta, y en el de protóxido de níquel, que es verde claro, etc.

Accion de los ácidos.—Todos los óxidos metálicos *básicos* se combinan con los ácidos, y forman sales que estudiaremos mas adelante. La accion de los hidrácidos, que es particular, ha sido ya esplicada mas arriba en el artículo *Hidrácidos*. No la repetiremos ya.

Composicion.—Todos los óxidos estan sometidos por su composicion á la ley de proporciones múltiplas, como lo hemos demostrado en la pág. 15. Suponiendo constante la cantidad de metal, las cantidades de oxígeno que forman los diferentes óxidos de un mismo metal estan ordinariamente entre sí como los números 1, 1 ½, 2, 3, 4.

Estado natural.—En la naturaleza solo hay un pequeño número de óxidos en estado libre; casi siempre se encuentran combinados á un ácido ó á otros óxidos.

Preparaciones.—Existen muchos procedimientos para preparar los óxidos.

1.° Calcinando al aire ó en el oxígeno los metales de las cuatro primeras secciones y el mercurio.

2.° Descomponiendo una sal disuelta en el agua por la potasa, la sosa ó el amoníaco; para esto es necesario que el óxido sea insoluble.

3.° Calentando fuertemente un carbonato. La mayor parte de los óxidos pueden obtenerse por este medio, esceptuando los de potasio, sodio y bario.

4.° Descomponiendo un nitrato por el calor; en este caso, el ácido nítrico se descompone en bióxido de ázoe ó ácido hipoazóico, y en oxígeno que se desprende ó se fija sobre el óxido haciéndole pasar á un grado superior de oxidacion.

5.° Se puede tambien oxidar un metal por el ácido nítrico; en este caso se reincide en las condiciones del cuarto procedimiento.

6.° En fin, se pueden obtener algunos óxidos sobreoxigenados descomponiendo una sal soluble por medio del agua oxige-

nada, ó bien poniendo en contacto el óxido en estado de hidrato con el bióxido de hidrógeno.

§ VIII. Oxidos metálicos. Estudio particular.

Oxidos de los metales de la 1.ª seccion.—Estos óxidos son en general bases poderosas, y cuyo estudio es muy importante. Estos son cuerpos blancos, solubles en el agua, de un sabor cáustico característico. Estos óxidos se pueden dividir en dos series muy naturales: 1.ª los *álcalis*, que comprenden la potasa, la sosa y la litina; 2.ª *tierras alcalinas*, ó sean la barita, la estronciana y la cal. Estas bases pueden en general absorber una nueva porcion de oxígeno y formar sobreóxidos que no son empleados, pero cuya historia presenta particularidades interesantes.

Protoxido de potasio. (*Potasa, álcali vegetal.*)—Es conocido este óxido hace ya bastante tiempo; pero no era mas que combinado al ácido carbónico y á otras sales. Berthollet en 1786, consiguió separarle de las materias estrañas á que estaba unido; y Davy fue el primero que demostró ser el óxido del metal que hemos estudiado anteriormente con el nombre de *potasio*.

Este óxido es blanco, estremadamente cáustico, mas pesado que el potasio; enverdece fuertemente el jarabe de violetas; su fusion tiene lugar al calor rojo. Atrae poderosamente la humedad y el ácido carbónico del aire. Este óxido no se emplea en las artes y en la medicina sino en el estado de hidrato.

Hidrato de protoxido de potasio. (*Hidrato de potasa, potasa de alcohol, piedra cáustica.*)—Es blanco, sólido, fusible á una temperatura inferior al calor rojo; es susceptible, segun dicen, de volatilizarse. Su densidad es mayor que la del agua.

Espuesto al aire atrae la humedad y el ácido carbónico, y se vuelve líquido. A un calor rojo puede absorber el oxígeno y trasformarse en *peróxido de potasio*. Espuesto á la accion de la pila, se descompone en potasio y oxígeno.

La potasa se encuentra en las cenizas de los vegetales, combinada á los ácidos carbónico, sulfúrico, clorhídrico, etc., en los materiales salitrosos, en el estado de nitrato, etc.

Se prepara el hidrato de potasa de la manera siguiente: se toma el carbonato de potasa puro, se disuelve en agua y se hace hervir con cal viva reducida á polvo: esta se apodera del ácido carbónico del carbonato de potasa; se separa el carbonato de cal que se deposita, mientras que la potasa pasa al estado de disolucion. No hay mas que evaporar hasta sequedad el líquido para obtener el hidrato de potasa, que constituye la *piedra cáustica*. Para separar el hidrato de las sales estrañas que contiene, es necesario tratarle por alcohol concentrado, y cuando el liquido se haya evaporado hasta la consistencia de jarabe, agitarlo continuamente. El alcohol disuelve el hidrato de pota-

sa, mientras que las sales estrañas se depositan. Se separa la capa superior de alcohol que está fuertemente coloreada, y se evapora hasta sequedad; se tiene en este caso la potasa por el alcohol.

Este hidrato de potasa está formado de 1 átomo de protóxido de potasio y 1 átomo de agua=$K\ O+H^2O$.

Se sirven de la potasa con bastante frecuencia; entra en la composicion del jabon blando, del alumbre, del salitre, etc.; en estado de hidrato sirve para abrir cauterios. Es un reactivo de que se hace un uso frecuente en química.

Sales de potasa.—Sus caracteres son los siguientes: todas son solubles en el agua. Los carbonatos de potasa, de sosa y de amoníaco no las precipitan. Tratadas por la cal no hay desprendimiento de amoníaco. El cloruro de platino forma con ellas un precipitado amarillo de canario. El sulfato de alúmina produce un precipitado de alumbre. En fin, el ácido perclórico forma siempre un precipitado blanco muy poco soluble de perclorato de potasa.

PROTOXIDO DE SODIO. (*Sosa, álcali mineral.*)—Tiene mucha semejanza con el protóxido de potasio, tanto por sus propiedades físicas, como por sus propiedades químicas. Se distingue de él fácilmente en que espuesto al aire pasa al estado de carbonato, el cual en vez de ser delicuescente como el protóxido de potasio, se eflorece y se reduce á polvo.

Lo mismo que el anterior se emplea solamente en el estado de hidrato. Este hidrato posee las mismas propiedades que el de potasa, y se obtiene por el mismo procedimiento; es inútil por lo tanto detenernos mas en él.

La sosa se encuentra en la naturaleza; pero siempre combinada á los ácidos carbónico, sulfúrico, azóico, hiperclórico, etc. Se emplea para hacer el jabon sólido, el cristal y para lejiviar.

Las *sales de sosa* se parecen mucho á las de potasa. Se distinguen en que el sulfato de alúmina, el cloruro de platino y el ácido perclórico no precipitan las de sosa.

PROTOXIDO DE BARIO. (*Barita, tierra pesada.*)—La barita es blanca, mas cáustica que la estronciana, enverdece fuertemente el jarabe de violetas y enrojece el color de cúrcuma. Su densidad es de 4. No entra en fusion sino al calor producido por el soplete de hidrógeno y oxígeno.

Calentada en el gas oxígeno, absorbe este gas y pasa al estado de *bióxido*. Si se calcina al aire pasa al principio al estado de bióxido, despues se descompone absorbiendo el ácido carbónico y formando un carbonato de protóxido. A la temperatura ordinaria, absorbe la humedad del aire, al mismo tiempo que su ácido carbónico. De aquí la necesidad de conservarla en vasijas bien cerradas.

Vertiendo agua gota á gota sobre un fragmento de barita, el agua es absorbida vivamente con desprendimiento de calor que puede llegar hasta la incandescencia: se forma entonces un hidrato.

El agua disuelve á la temperatura ordinaria un 20 de barita y un 10 á la temperatura de la ebulicion.

La barita no se encuentra sino en combinacion con el ácido carbónico, el ácido sulfúrico, etc. Para obtenerla se descompone en un crisol de platino el nitrato de barita; se desprenden al instante el oxígeno, el ázoe y el ácido hipoazóico, mientras que la barita queda pura. Se guarda al momento en un frasco esmerilado.

Está compuesta de 1 átomo de bario y de 1 átomo de óxido=Ba O. La barita solo tiene uso como reactivo.

Sales de barita.—Son blancas, á no ser que el ácido sea coloreado. Sus disoluciones dan por los carbonatos de potasa, de sosa y de amoníaco un precipitado blanco de carbonato de barita. Todos los sulfatos ó el ácido sulfúrico las precipitan instantáneamente: el precipitado es insoluble en el ácido nítrico. El sulfato de barita formado, que es insoluble, calentado con carbon, da lugar á un sulfuro que tiene un olor á huevos podridos, el cual se hace mas sensible por la adicion de un ácido.

Oxido de estroncio. (*Estronciana.*)—Su existencia fue sospechada por Crawford, y descrita por Klaproth: se prepara como la barita, y goza con corta diferencia de las mismas propiedades químicas y físicas. El agua fria disuelve $\frac{1}{40}$, y el agua caliente $\frac{1}{20}$; da lugar á un gran desprendimiento de calor, luego que está en contacto con este líquido.

Las *sales de estronciana* se asemejan mucho á las sales de barita. Se distinguen por la hermosa llama de color rojo que da cuando se quema una disolucion alcohólica de una sal de estronciana. El ácido hidrofluosilícico precipita las sales de barita, y no las de estronciana.

Protoxido de calcio. (*Cal, cal cáustica.*)—La cal se conoce desde los tiempos mas remotos. Es blanca, cáustica; cristaliza en hexaedros, enverdece fuertemente el jarabe de violetas y pesa 2,3. El mas fuerte calor no la altera: lo mismo sucede con el oxígeno. Es descomponible por la pila. Espuesta al aire, atrae la humedad; y el ácido carbónico aumenta de volúmen, se dilata y pasa al estado de carbonato. Cuando se vierte agua gota á gota sobre este óxido, es absorbida y solidificada con desprendimiento de calórico, y la cal se deshace enteramente.

En mas grande cantidad, el agua puede disolver la 700 parte de su peso de cal. Esta disolucion constituye el *agua de cal medicinal*. Lo que se llama agua primera de cal, no difiere de la segunda sino en que aquella tiene en disolucion un poco de potasa, procedente de la leña que ha servido para calcinar la cal, lo cual hace esta agua mas cáustica. El ácido sulfúrico que se vierte en ella, no la enturbia, porque el sulfato que se forma es mas soluble que la cal. Una propiedad notable

de la cal consiste en que es menos soluble en caliente que en frio; por esto se puede cristalizar calentando la disolucion hecha en frio.

El agua de cal tiene muchas aplicaciones en las artes: se sirven de ella para inflar las pieles y para la fabricacion del azúcar.

La cal se encuentra siempre en la naturaleza, combinada con los ácidos carbónico, sulfúrico, azóico, etc. Se obtiene calcinando el carbonato de cal ordinario. Para los usos de la medicina y de la química se escoge con preferencia el mármol blanco, que es un carbonato de cal muy puro.

Todos conocen los usos de la cal. Sirve para encalar el trigo y para la preparacion del amoníaco; mezclada con la arena, forma las mezclas, argamasas, etc., etc.

La cal hidratada ó hidrato de cal sirve para la preparacion del hipoclorito de cal. El cloro no tiene accion sobre la cal viva.

Está formada de 1 átomo de calcio y de 1 átomo de oxígeno=Ca O.

Sales de cal.—Son solubles en el agua y precipitadas en blanco por los carbonatos de potasa, de sosa y de amoníaco. Pero los mejores reactivos son el ácido oxálico y el oxalato de amoníaco que forman un precipitado blanco de oxalato de cal completamente insoluble.

Oxidos de los metales de la 2.ª seccion.--Oxidándose los metales de la 2.ª seccion, forman compuestos que eran conocidos de los antiguos químicos con el nombre de *tierras*, de donde tomaron el nombre de óxidos terrosos. Estos óxidos son blancos é insolubles en el agua. Se les da el nombre de magnesia, glucina, itria y alúmina. La primera y la última son las que merecen fijar nuestra atencion.

Oxido de magnesio.—(*Magnesia*, *magnesia pura*, *magnesia calcinada.*)—La magnesia es blanca, suave al tacto, enverdece el jarabe de violetas, es infusible, no tiene accion sobre el oxígeno, forma con el cloro un cloruro, con tal que la cal esté enrojecida, y absorbe el ácido carbónico del aire: su peso específico es de 2,3.

El agua no la disuelve, pero puede combinarse con ella y formar un hidrato descomponible por el calor rojo.

La magnesia está formada de un átomo de magnesio y de un átomo de oxígeno=Mg O.

No se encuentra la magnesia sino combinada con los diferentes ácidos ó en el estado de hidrato. Se procura descomponiendo una disolucion de sulfato de magnesia por el carbonato de potasa ó de sosa, recogiendo el precipitado, secándolo y calcinándole para quitarle el ácido carbónico.

Se sirven de la magnesia para disipar los agrios del estómago, y contra los envenenamientos por los ácidos.

Sales de magnesia.—Son precipitadas en blanco por los carbonatos de potasa y de sosa, pero no lo son por los bicarbonatos de

las mismas bases, á no ser que se calienten, porque entonces el calor desprende el esceso de ácido carbónico que retiene el carbonato en disolucion. Lo mismo sucede con el carbonato de amoníaco. Estas sales no se enturbian, ni por los sulfuros alcalinos, ni por el oxalato de amoníaco; el amoníaco las descompone á medias formando una sal doble de amoníaco y de magnesia. El mejor reactivo es el fosfato de amoníaco que forma un precipitado blanco de fosfato de amoníaco-magnésico. En fin, la potasa ó la sosa cáustica las precipitan sin que un esceso de álcali redisuelva el precipitado.

Oxido de aluminio.—(*Alúmina, tierra aluminosa.*)—Este óxido se presenta blanco y suave al tacto; se adhiere á la lengua, es infusible; no tienen accion sobre él el oxígeno, el aire y los cuerpos combustibles: este óxido es insoluble en el agua, pero puede absorber mucha porcion de este líquido y formar una pasta. Se combina, no solamente con los ácidos, sino tambien con las bases poderosas, tales como la potasa y la sosa cáustica, etc. Cuando se calienta fuertemente, adquiere la propiedad de combinarse con los ácidos muy difícilmente.

El óxido de aluminio se encuentra rara vez en estado de pureza; forma entonces el záfiro y el rubí ó corindon de los mineralogistas. Las mas veces se encuentra en el estado de sal ó combinado con otros óxidos. Para obtenerlo, se precipita por el amoníaco la disolucion de una sal de alúmina, ordinariamente el alumbre. Está formado de dos átomos de aluminio y de tres átomos de oxígeno=$Al^2 O^3$.

Sales de alúmina.—Tienen un sabor estíptico y astringente. La potasa las precipita en blanco y el precipitado se redisuelve en un esceso de álcali. El amoníaco las precipita, y un esceso de reactivo no redisuelve el precipitado. Los sulfatos de potasa y de amoníaco en disolucion concentrada las precipitan en estado de alumbre. Los polisulfuros alcalinos las precipitan en blanco con desprendimiento de ácido sulfhídrico. En fin, calentadas al soplete con el azoato de cobalto toman un hermoso color azulado.

Oxidos de los metales de la 3.ª seccion.—Estos óxidos son en general *básicos*; sin embargo, los grados superiores de oxidacion pueden gozar en algunos casos de propiedades ácidas.

Oxidos de manganeso.—El manganeso se combina en seis proporciones con el oxígeno para formar óxidos básicos indiferentes ó ácidos. Calentando los óxidos de manganeso con el hidrato de sosa sobre una hoja de platino, se tiene un boton trasparente de un hermoso color verde.

Protóxido (óxido manganoso).—Se prepara calcinando el carbonato en vasos cerrados. Es de un color verde agrisado; su hidrato es blanco, y es una base enérgica. Fórmula: $Mn O$.

Deutóxido (óxido mangánico).—Se obtiene calcinando al rojo naciente nitrato de manganeso ó peróxido. Es negro, y á un calor blanco se convierte en óxido rojo. Fórmula: $Mn^2 O^3$.

Peróxido.—Existe con abundancia en la naturaleza. Se prepa-

ra en estado de hidrato precipitando una sal de manganeso por un clorito empleado en esceso; contiene 01,2 de agua. El peróxido anhidro es inalterable al aire, pierde ya su oxígeno al calor sombrío, y al rojo naciente se cambia en deutóxido. Calentando este compuesto es como se obtiene el oxígeno en grande cantidad. Los ácidos nítrico y sulfúrico le disuelven desprendiendo su oxígeno. El ácido clorhídrico le ataca con gran desprendimiento de cloro. Scheele fue el primero que nos dió á conocer su naturaleza química: este grande hombre descubrió á la vez el manganeso, la barita y el cloro. Fórmula: $Mn\ O^2$.

Oxidó rojo.—Este óxido se obtiene calcinando al calor blanco el deutóxido ó el sobreóxido. Se le puede considerar como formado por la combinacion de los dos óxidos precedentes.

Acido mangánico y ácido hipermangánico.—Estos dos ácidos existen en el camaleon mineral. El ácido hipermangánico es un gas de un hermoso color rojo, que se descompone espontáneamente en oxígeno y en sobreóxido; es muy soluble en el agua. Fórmula: $Mn^2\ O^7$.

Sales de protóxido de manganeso.—Ni la pila, ni otros metales precipitan el manganeso de sus disoluciones. Los álcalis cáusticos las precipitan en blanco, y el precipitado espuesto al aire se vuelve amarillo, rojo, moreno y en fin negro. El gas sulfhídrico no las enturbia; los sulfhidratos alcalinos forman un precipitado rojo moreno, y los cloritos precipitan en negro. Las disoluciones de estas sales son incoloras; su sabor es acre y astringente.

Las sales de deutóxido de manganeso son de un rojo moreno muy intenso; son muy efímeras y se descomponen espontáneamente en sales de protóxido y en oxígeno que se desprende. Todos los cuerpos susceptibles de absorber el oxígeno producen rápidamente este efecto.

Manganatos é hipermanganatos.—Estas sales se conocian en otro tiempo con el nombre de *camaleon*. Cuando se calienta en contacto del aire un óxido de manganeso con un álcali fijo ó su carbonato, se obtiene una combinacion soluble en agua, que adquiere segun las circunstancias un color, que varía desde el azul ó verde al rojo purpúreo. De aquí el nombre de camaleon.

Oxido de zinc.—(*Oxido zíncico.*)—Se le designaba en lo antiguo con los nombres de *flores de zinc*, *pompholix*, *nihil album*, *lana philosophica*. Se obtiene calentando el zinc al aire. Es blanco, insípido, y una base muy fuerte.

Sales de zinc.—Todas las sales de zinc son incoloras: la mayor parte son solubles en el agua; los carbonatos alcalinos las precipitan con desprendimiento de gas ácido carbónico, y los sulfhidratos con desprendimiento de gas sulfhídrico; en los dos casos los precipitados son blancos. Precipitan en blanco por el prusiato de potasa. La tintura de nuez de agallas no las precipita.

PROTOXIDO DE HIERRO. (*Oxido ferroso.*)—Su hidrato se prepara precipitando una sal ferrosa por medio de la potasa; absorbe el oxígeno con tanta rapidez, que no se consigue privarle del agua sin que se sobreoxide. El hidrato es blanco, y por el contacto del aire se vuelve rápidamente verde agrisado. Es una base poderosa que se combina fácilmente con todos los ácidos metálicos. Fórmula del óxido ferroso: Fe O.

OXIDO FERRICO. (*Peróxido de hierro, colcotar, hierro oligisto.*)—Se prepara calcinando larga y fuertemente el sulfato de hierro. Es de un rojo violáceo cuando está en masa, y de un rojo muy vivo cuando está dividido: en estado nativo, se presenta las mas veces bajo el aspecto metálico: cristaliza en romboedros. Es una escelente mina de hierro. Cuando está puro, no es magnético; es infusible é indescomponible por el calor; los combustibles le reducen fácilmente. Fórmula: Fe^2O^3.

El *hidrato de peróxido de hierro* es de un amarillo oscuro, inalterable al aire; el calor desprende su agua con suma facilidad; se disuelve fácilmente en los ácidos; es conocido con el nombre de *hierro limoso*. Es la mina mas comun en Francia. El óxido anhidro nativo, conocido con el nombre de *hierro oligisto*, es por el contrario difícilmente atacado.

El *óxido magnético* se encuentra en gran cantidad en la naturaleza: es una mina de hierro muy buena; goza del brillo metálico y su polvo es negro. Fórmula: $Fe^2O^3 + 6\,Fe\,O$.

El *óxido de batiduras* se forma en la superficie de los fragmentos de hierro que se calientan en contacto del aire: es negro, reluciente, un poco metalóide, de estructura granosa ó cristalina, y es muy magnético. Fórmula: $Fe^2O^3 + 6\,Fe\,O$.

Fremy ha demostrado que se podia obtener una combinacion de hierro mas oxigenada, á la cual ha llamado *ácido férrico*.

Sales de hierro.—Los dos óxidos, ferroso y férrico, pueden combinarse con los ácidos y formar dos clases de sales. Las sales resultantes no son de ningun modo venenosas; muchas de ellas tienen uso en medicina. Se reconocen todas en que sus disoluciones *con el contacto del aire* producen un precipitado negro con la tintura de nuez de agallas y azul con el prusiato de potasa (cianuro ferrosopotásico).

Sales de protóxido de hierro ó sales ferrosas.—Sus disoluciones tienen ordinariamente un color verde azulado, un sabor particular, dulce y despues astringente: su carácter esencial es absorber una gran porcion de gas óxido nítrico, y tomar un color moreno oscuro. El cianuro ferrosopotásico las precipita en blanco, y el cianuro férricopotásico en azul oscuro. Al abrigo del contacto del aire la tintura de nuez de agallas no las altera: pero por la adicion de una pequeña cantidad de cloro se forma un precipitado negro.

Sales férricas.—Son ordinariamente de un color amarillo verdoso; la tintura de nuez de agallas las precipita inmediatamente en negro, y el prusiato amarillo de potasa en azul.

Oxidos de estaño.—Existen dos: el *protóxido* y el *deutóxido* ó *ácido estánnico*. Son reductibles fácilmente por el carbon, el hidrógeno, etc.

Oxidos de cobalto.—Son dos: el protóxido se une á los ácidos para formar *sales* de un color de rosa, lila ó azul.

Oxidos de niquel.—Existen igualmente dos óxidos de níquel; el protóxido forma *sales* de un color verde.

Oxidos de los metales de la 4.ª seccion.—Muchos metales de la 4.ª seccion, combinándose con el oxígeno, forman ácidos, tales como los ácidos *arsenioso*, *arsénico*, *crómico*, *vanádico*, *molíbdico*, *antimonioso*, *antimónico*, *túngstico*, *tantálico* y *titánico*; otros forman bases poderosas. Nosotros estudiaremos de todas estas combinaciones, tan solo aquellas que ofrezcan mayor interés.

Combinaciones del arsenico con el oxigeno.—El arsénico se combina en tres proporciones con el oxígeno, y forma un subóxido y dos ácidos.

Subóxido arsénico.—Se forma por la oxidacion del arsénico al aire libre. Es un polvo negro: este cuando se calienta se sublima, al principio en ácido arsenioso y despues en arsénico.

Acido arsenioso. (*Oxido de arsénico.*)—Se conoce este compuesto con el nombre de *arsénico blanco*. Es raro en la naturaleza, pero se forma en gran cantidad durante la tostacion de los minerales de cobalto arsenífero: se desprende con el humo, se condensa en grandes depósitos y se purifica por sublimacion.

Propiedades.—Destilado lentamente, se sublima bajo la forma de octaedros regulares: ordinariamente se halla en masa, de un color blanco de leche y vidrioso en su fractura. Calentado al rojo incipiente, se reblandece y se volatiliza bajo la forma de vapor blanco sin olor determinado. El olor de ajo pertenece al arsénico metálico que se oxida. La densidad del ácido arsenioso es de 3,699. Cuando cristaliza una disolucion concentrada de ácido arsenioso, contiene $\frac{1}{13}$ del mismo. Inmediatamente despues de la sublimacion, el ácido arsénico está en pedazos vidriosos, trasparentes, que se blanquean poco á poco de fuera adentro. Segun Guibourt, el ácido vidrioso pesa 3,7385, y el ácido lechoso 3,699. Este último es mucho mas soluble en el agua que el primero. La disolucion del ácido vidrioso enrojece el papel de tornasol; la del ácido lechoso parece mas bien dotada de una reaccion alcalina.

Composicion.—El ácido arsenioso está compuesto de 2 átomos de arsénico y de 3 átomos de oxígeno. Su capacidad de saturacion es igual á los $\frac{2}{3}$ de la cantidad de oxígeno que contiene. Diversos ácidos disuelven el ácido arsenioso; pero las combinaciones no gozan de las propiedades que caracterizan á las sales.

Usos.—Este ácido se emplea en las artes; en la manufactura de telas pintadas, en la fabricacion de cristal, en la prepara-

cion del oropimente y del verde de Scheele. Bajo el nombre de arsénico, con que comunmente es conocido y mezclado con harina, sirve para envenenar los ratones. Aunque es uno de los venenos mas violentos, tiene uso en medicina.

Acido arsenico.—Fue descubierto por Scheele. Se prepara haciendo hervir 8 partes de ácido arsenioso, 2 partes de ácido hidroclórico y 24 partes de ácido nítrico. Se destila en vasos de cristal hasta la consistencia de jarabe, y se calienta en seguida en un crisol de platino á un calor próximo á la temperatura roja y sostenido por bastante tiempo. Al calor rojo se descompone en una masa que contiene los ácidos arsenioso y arsénico. Este ácido es de un color blanco de leche, atrae la humedad del aire y puede formar cristales delicuescentes.

Composicion.—El ácido arsénico está formado de 2 átomos de arsénico y 5 de oxígeno.

Mitscherlich ha hecho ver que los ácidos fosfórico y arsénico, saturados por las mismas bases, producian sales que cristalizaban de la misma manera y eran isomorfas. Sobre estos dos ácidos hizo por primera vez sus importantes observaciones relativamente al isomorfismo.

Hidrógeno arsenicado.—Es gaseoso y está formado de un volúmen de arsénico y tres de hidrógeno, condensados en dos volúmenes. Este cuerpo es el *arseniuro trihidrico, hidrógeno arsenicado*, descubierto por Scheele. El mejor medio de obtener este gas en el estado de pureza, consiste en tratar por los ácidos el arseniuro de zinc, obtenido por la fusion de los dos metales. El hidrógeno arsenicado es un gas incoloro, de un olor particular; su densidad es de 2,695. El calor moderado de una lámpara de espíritu de vino basta para descomponerle. El oxígeno le quema con el auxilio de una chispa. El cloro, el iodo, el azufre y el fósforo descomponen el hidrógeno arsenicado. El agua disuelve $\frac{1}{5}$ de su volúmen de este gas. Los ácidos nítrico y sulfúrico le descomponen. Es un gas muy deletéreo: muchos químicos al prepararle han esperimentado graves accidentes.

Arseniatos.—El ácido arsénico forma con las bases sobresales y subsales en la misma proporcion que el ácido fosfórico. Se reconocen los arseniatos al soplete por el olor que esparcen al fuego de reduccion. Fundidos en un tubo de vidrio con el ácido bórico y el polvo de carbon, dan el arsénico metálico. Este carácter conviene igualmente á los arsénicos: para distinguirlos, se observará que el nitrato de plata precipita los arseniatos en rojo de ladrillo.

Arsenitos.—El nitrato de plata produce en su disolucion un precipitado amarillo claro, sobre todo cuando las disoluciones estan bien saturadas y la disolucion del nitrato no contiene nada de ácido libre. Cuando se añade á los arsenitos un esceso de ácido, dan instantáneamente por el gas sulfhídrico un precipitado de un hermoso amarillo. Los arseniatos precipitan

menos rápidamente por este reactivo, y el precipitado es de un amarillo claro. Los arsenitos producen con las sales de cobre un color verde, conocido con el nombre de *verde de Scheele.*

Historia toxicologica del arsenico.—Como se emplean en las artes muchas preparaciones de arsénico, y se sirven comunmente en Francia del ácido arsenioso para matar las ratas; como por consiguiente este terrible veneno, á pesar de todas las precauciones prescritas por las leyes, está á la disposicion de muchas personas, vamos á entrar en algunos pormenores, referentes á la historia toxicológica de este metal.

El ácido arsénico y el ácido arsenioso, son las combinaciones mas venenosas del arsénico; las sales y los sulfuros tienen en su accion menor intensidad. El arsénico es un veneno para todos los vegetales y para todos los animales.

He aquí la serie de fenómenos que pueden hacer sospechar un envenenamiento por el arsénico. Un cuarto de hora despues de haber sido tomado el veneno, el enfermo esperimenta en el estómago un calor abrasador, y se declara despues una sed inestinguible. Mas tarde vienen vómitos acompañados de dolores horrorosos y de crueles cólicos, seguidos algunas veces de una diarrea violenta. Los sudores frios, los síncopes, los espasmos de los miembros, las convulsiones y la muerte concurren bien pronto á poner término á este estado, si no se acude con prontos socorros.

Antídotos ó contravenenos.—Hacer vomitar al enfermo y administrarle despues el hidrato de peróxido de hierro en grande cantidad.

Investigaciones medico-legales sobre el arsenico.—Para buscar el arsénico en el cadáver de una persona que se sospecha haber sido envenenada por una preparacion arsenical, se procede del modo siguiente:

Se hace hervir lo que contiene el estómago y sus membranas cortadas en agua hecha alcalina con un poco de potasa cáustica; se sobresatura el líquido con ácido hidroclórico, se filtra y se hace pasar por él una corriente de gas sulfhídrico. Si la disolucion contiene arsénico, se amarillea al cabo de algun tiempo y se precipita despues en ella el sulfuro de arsénico en el estado de polvo amarillo. Si la cantidad de arsénico es muy pequeña, el líquido se vuelve amarillo sin que haya formacion de precipitado; pero evaporándole se deposita el sulfuro de arsénico á medida que el ácido se concentra por la evaporacion. Se hace pasar la disolucion al través de un pequeño filtro y se lava el sulfuro de arsénico. Si la cantidad de este compuesto es tan sumamente pequeña que no se puede separar del filtro, se hace esta separacion por medio del amoníaco cáustico; el producto se evapora en un cristal de reloj, y el sulfuro que queda puede ser desprendido del cristal y recogido. Se le trasforma despues en ácido arsénico. Para efectuar esta trasformacion se le echa poco á poco sobre cierta cantidad de nitro, la cual se encuentra en el estado de fusion dentro de un tubo de cristal cerrado por un

estremo. El sulfuro de arsénico se oxida con una débil efervescencia y sin deflagracion ; se disuelve entonces la sal que queda en la menor cantidad posible de agua ; se añade al líquido un esceso de agua de cal, y se hace hervir para recoger el arseniato cálcico. Se espone esta sal á un lijero calor rojo ; se mezcla con carbon recientemente enrojecido, y se introduce la mezcla en un tubo de cristal cerrado y adelgazado por una estremidad. Se empieza por calentar suavemente el tubo á fin de desalojar la humedad que dicha mezcla pueda haber absorbido, y se espone despues la estremidad cerrada á la llama del soplete hasta que el cristal empiece á fundirse. En este caso el arsénico reducido se condensa en la parte mas estrecha, y en este paraje se encuentra reunido en una superficie tan pequeña que pueden ser reconocidas hasta las mas pequeñas cantidades. Es suficiente $\frac{1}{10}$ de grano de sulfuro de arsénico para causar una reaccion decisiva.

Cuando se añade á la mezcla precedente el ácido bórico, la reduccion se verifica á una temperatura menos elevada ; pero como este ácido entra siempre en fusion y se hincha, es preferible no emplearle.

Procedimiento de Marsh.—El procedimiento precedente es tan seguro como exacto ; pero hoy se emplea un medio mucho mas sensible, y que los debates judiciales y académicos le han hecho sumamente célebre; voy á hablar del *procedimiento de Marsh.* Le espondré segun le refiere una comision de la Academia de ciencias. Se me dispensará en obsequio de la importancia del asunto entrar en pormenores, los cuales serán considerados como escesivamente minuciosos para una obra de esta naturaleza.

«Se sabe por las esperiencias de Stromeyer, Thenard, Soubeiran, etc, que el hidrógeno arsenicado se descompone á una temperatura poco elevada; que es suficiente hacer pasar este gas por un tubo calentado hasta el rojo para descomponerle en hidrógeno puro que se desprende y en arsénico metálico que se condensa en la parte mas fria del tubo.

»Por otra parte, cuando se inflama el gas hidrógeno arsenicado, el elemento mas combustible, el hidrógeno, se quema primero; y si se coloca en la llama de un cuerpo frio, el arsénico se deposita en gran parte en estado metálico.

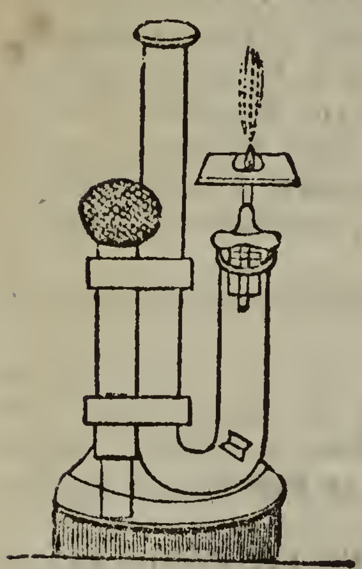
»Siempre que se desprende hidrógeno de una disolucion que contenga ácido arsenioso ó ácido arsénico, el gas hidrógeno va acompañado de cierta cantidad de hidrógeno arsenicado, cuya presencia se puede hacer patente por una de las reacciones que acabamos de indicar.

»Marsh ha tenido la feliz idea de servirse de estas propiedades para poner en evidencia la presencia del arsénico en los casos de envenenamiento. Este sabio hace digerir en agua caliente las sustancias que se supone contienen ácido arsenioso;

despues de filtrar el líquido se mezcla con una cantidad proporcionada de ácido sulfúrico, y por último se coloca en un aparato particular que encierra una lámina de zinc, destinada á desprender el gas hidrógeno.

»El aparato (fig. 37) se compone de un tubo de vidrio encorvado en forma de sifon de 10 á 12 líneas de diámetro interior abierto por sus dos estremos, y de un tubo de metal con llave y terminado por una abertura circular muy estrecha que se adapta por medio de un tapon al brazo mas corto del tubo. Una lámina de zinc está suspendida en este brazo á poca distancia de la parte encorvada; en fin, todo el aparato está colocado en una posicion vertical por medio de un sosten.

Fig. 37.



»Dispuesto así el aparato y abierta la llave, se vierte el líquido sospechoso por el brazo mas largo, despues de haberle acidulado convenientemente con ácido sulfúrico. El líquido se eleva á corta distancia del tapon y se cierra la llave. El zinc es atacado, y se desprende hidrógeno que comprime la columna líquida en el brazo mas pequeño; á poco tiempo el metal queda libre y cesa el desprendimiento de gas. Se ensaya entonces el hidrógeno producido en la reaccion; para esto se abre la llave, se inflama el gas y se aplica á la llama una vasija de porcelana ó un pedazo de vidrio frio. Si el hidrógeno estaba mezclado con hidrógeno arsenicado, se forma un depósito de arsénico. Dirigiendo la misma llama á un tubo abierto por sus dos estremidades, se deposita sobre sus paredes una capa blanca de ácido arsenioso. Si el tubo está inclinado de manera que pueda ser tocado por la llama, una parte del arsénico se deposita en estado metálico en el sitio del contacto, y la otra se deposita mas distante en el estado de ácido arsenioso.

»A medida que se desprende el gas hidrógeno procedente de la primera reaccion, el líquido ácido se eleva, llega á ponerse de nuevo en contacto con el zinc, y se reproduce el desprendimiento. Se cierra en este caso la llave hasta que el brazo corto se haya llenado nuevamente de gas, y así se continúa.

»Se pueden repetir estas operaciones tantas veces, cuantas se quiera, hasta convencerse de la presencia ó ausencia del arsénico en las materias sometidas al ensayo.

»Este procedimiento se efectua sin dificultad cuando los líquidos sospechosos estan bien limpios; pero no sucede lo mismo cuando estos líquidos son viscosos y contienen materias orgánicas en disolucion: esto sucede casi siempre en las investigaciones médico-legales. En este caso el desprendimiento de hidrógeno produce mucha espuma, y es necesario las mas veces esperar mucho tiempo para que esta espuma desaparezca y per-

mita inflamar el gas. Marsh recomienda para impedir la formacion de la espuma, poner una capa de aceite sobre la superficie del líquido.

»El procedimiento de Marsh ha simplificado impensadamente la investigacion del arsénico en los casos de envenenamiento, investigacion que por los antiguos procedimientos era siempre muy larga y muy delicada. Así es que un gran número de químicos la adoptaron con sumo aprecio.

»Estudiando este procedimiento mas de cerca, no se tardó en percibir que podia dar lugar á graves errores si se limitaba á un exámen superficial de las manchas.

»Liebig hizo notar que el aparato de Marsh podia producir manchas muy semejantes á las del arsénico, cuando el líquido sometido al ensayo contiene en disolucion una cantidad algo notable de ciertos metales, tal como el hierro en estado de cloruro. Sucede en este caso que el gas arrastra consigo mecánicamente gotas muy pequeñas de la disolucion; las sales metálicas que dichas gotas contienen son mas ó menos reductibles por la llama del hidrógeno y se depositan en la porcelana en forma de manchas.

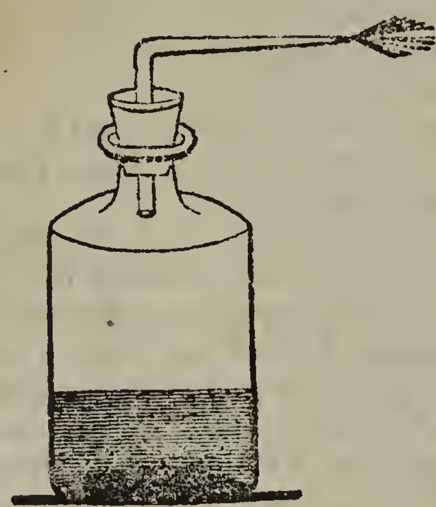
»Liebig recomienda hacer pasar el gas al través de un tubo de vidrio poco fusible y de poco diámetro, calentado por medio de una lámpara de alcohol. El arsénico forma entonces un anillo especular á corta distancia de la parte calentada, mientras que los metales arrastrados mecánicamente con la disolucion se reducen por el hidrógeno en dicha parte, en la cual se detienen. Esta misma modificacion al procedimiento de Marsh fue propuesta en la misma época por Berzelius; y con efecto, ella promete ventajas sobre el procedimiento primitivo.

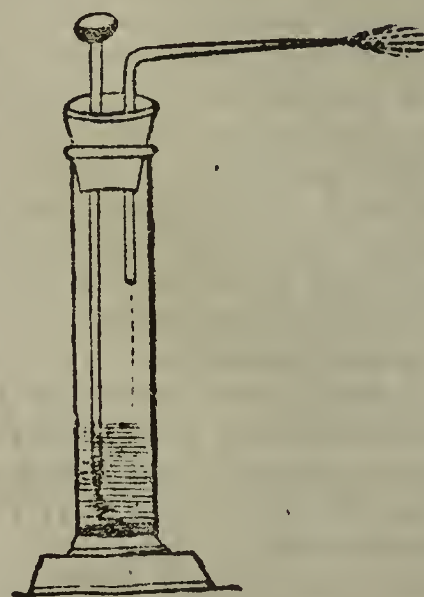
»El aparato propuesto por Marsh no fue adoptado generalmente. Su disposicion era un poco complicada; tenia además el grave inconveniente de no poder operar sino sobre pequeñas cantidades de líquido, y de producir una llama que duraba pocos instantes. Se prefirió servirse de los frascos ordinarios de los laboratorios para someter los líquidos sospechosos al desprendimiento del gas hidrógeno. Este desprendimiento era continuo en vez de ser intermitente, como en el aparato primitivo de Marsh.

»Mohr empleó la lámpara filosófica que hemos figurado ya en la pág. 44. Orfila hizo uso de un aparato muy análogo al del doctor Mohr, aunque difiere del de este químico por la curvatura del tubo (fig. 38). Tiene tambien el inconveniente de perder al principio de la esperiencia una pequeña cantidad de gas. Esta pérdida del gas es debida á que no puede ser inflamado en el momento, en razon de que es necesario aguardar á que el aire sea desalojado enteramente. Mas este inconveniente se puede evitar con la mayor facilidad, principiando por hacer salir completamente el aire del frasco por medio del hidrógeno puro, obtenido por la reaccion del ácido sulfúrico solo sobre el zinc, é introduciendo en seguida el líquido que se ha de ensayar por me-

dio de un tubo de seguridad adaptado al frasco. Esto es lo que ha hecho Chevalier en el aparato que él ha propuesto (fig. 39).

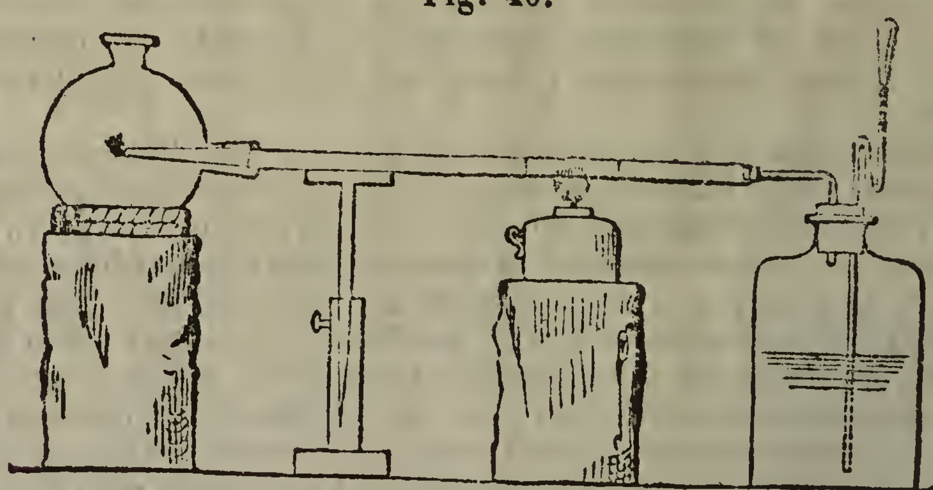
Fig. 38. Fig. 39.





»Este último químico, juntamente con Orfila, empleó en una investigacion un aparato, en el cual se encuentran puestas en práctica las modificaciones propuestas por Liebig y Berzelius. El gas hidrógeno se desprende del frasco (fig. 40); se introduce por el tubo en S el líquido sospechoso, y se calienta á la llama de una lámpara el tubo horizontal. El hidrógeno se inflama en el balon que termina el aparato, y si el hidrógeno arsenicado atraviesa sin ser descompuesto por el calor de la lámpara, se quema y convierte en ácido arsenioso. Este se deposita en las paredes del balon, en el que se puede recoger para introducirle de nuevo en el aparato.

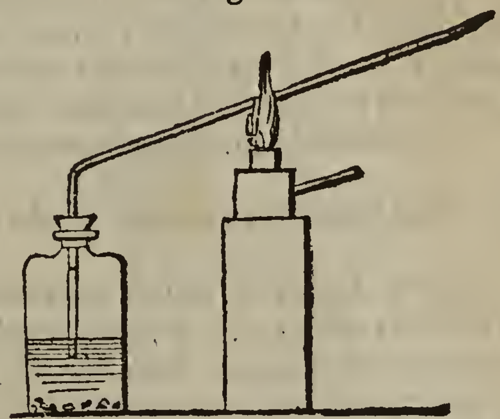
Fig. 40.



»Orfila ha empleado últimamente un aparato sumamente sen-

cillo que está al alcance de todos, y que ni adolece de complicacion ni de lujo. Consiste en un frasco ordinario, al que se adapta un tubo encorvado lijeramente en el primer tercio de su longitud y adelgazado á la lámpara en su estremidad, y dentro de cuyo frasco se ha introducido un poco de amianto (fig. 41). Sobre esta última parte se coloca una lámpara de alcohol encendida: por lo demás, el aparato marcha como de costumbre. El gas hidrógeno arsenicado se desprende, entra en el tubo y atraviesa el amianto que le divide y facilita su descomposicion. Entonces se encuentra bajo la influencia del calor de la lámpara que le descompone, y obliga al arsénico metálico á depositarse en forma de un anillo fácil de reconocer. Al mismo tiempo el hidrógeno reducido se desprende y sale por la parte adelgazada del tubo. Si se inflama, solamente se formará agua si ha abandonado todo el arsénico. Pero si está mezclado con hidrógeno arsenicado que se ha sustraido de la influencia precedente, se descompondrá y dejará depositar sobre el cuerpo frio, que debe ponerse para este efecto, manchas arsenicales; sobre estas manchas se podrán fácilmente hacerse los oportunos esperimentos. En fin, el amianto tiene en esta circunstancia por objeto, no solamente dividir el gas, sino tambien retener las partículas de la disolucion zíncica que hubieran podido ser arrastradas al tubo por el desprendimiento mas ó menos tumultuoso del hidrógeno, y oponerse por consiguiente á la produccion de otras manchas que no sean las del veneno arsenical.

Fig. 41.



»Cuando el líquido de donde se desprende el hidrógeno contiene un compuesto soluble de antimonio en vez de un compuesto arsenical, por ejemplo, el tartrato de potasa y antimonio, el gas que se desprende contiene hidrógeno antimoniado, y si despues de haberle inflamado, se aproxima una cápsula de porcelana, esta se cubre de manchas especulares de antimonio metálico. Estas manchas se distinguen fácilmente de las de arsénico cuando son densas; pero cuando por el contrario son débiles, puede haber duda, y es una de las objeciones que se hicieron desde su orígen al procedimiento de Marsh. Esta objecion efectivamente es grave; pues que el que hace la esperiencia puede atribuir á la presencia del arsénico las manchas que eran producidas por una sustancia que puede haber sido administrada como medicamento.

»El carácter único de las manchas obtenidas por el procedimiento de Marsh, no es con efecto suficiente para decidir acerca de la presencia del arsénico.

»Fundado en un gran número de esperiencias hechas, por

una parte sobre muchos individuos que habian perecido víctimas del envenenamiento por el arsénico, y por otra, sobre perros envenenados por el ácido arsenioso introducido en el conducto digestivo, ó aplicado al tejido celular subcutáneo; sentó por principio el célebre Orfila que el ácido arsenioso podia descubrirse despues de la muerte en la sangre, en las vísceras y en la orina.

»He aquí un medio de carbonizar los órganos, á fin de obtener líquidos á propósito para ser introducidos en el aparato de Marsh, medio que ha sido indicado por Flandin y Danger, y que produce resultados bastante satisfactorios.

»Colocando la materia orgánica en una cápsula de porcelana se añade próximamente $\frac{1}{6}$ de su peso de ácido sulfúrico, y se calienta despues sucesivamente hasta que aparezcan vapores de dicho ácido. La materia entra primero en disolucion, y despues se carboniza durante la concentracion del líquido, cuya evaporacion se facilita agitando continuamente con un tubo de vidrio. La carbonizacion se hace sin hincharse la masa, y se continúa la accion del calor hasta que aparezca friable y casi seca. Se deja entonces enfriar la cápsula, y se añade con una pipeta una pequeña cantidad de ácido nítrico concentrado ó de agua régia con esceso de ácido nítrico: esta adicion produce la sobreoxidacion, y hace pasar al ácido arsenioso al estado de ácido arsénico, en cuyo estado es mucho mas soluble. Se evapora de nuevo hasta sequedad, y se trata despues por agua hirviendo. El líquido perfectamente claro, y algunas veces incoloro, se somete en el aparato de Marsh, en el cual no produce jamás espuma.

»Este procedimiento es preferible al de la carbonizacion por el ácido nítrico que se empleaba antes: es mas fácil dominar la operacion, pues se emplean cantidades mucho menores de reactivos, consideracion que es muy importante, y no hay jamás deflagracion.

»Danger y Flandin, preocupados sin cesar por el inconveniente que presentarian siempre las materias orgánicas que podrian no haber sido completamente destruidas, aun cuando los líquidos estuviesen claros y no produjesen espuma en el aparato de Marsh, han inventado otro, en el cual se quema completamente el hidrógeno, así como tambien el arsénico y las materias estrañas. Este aparato consiste:

»1.º En un *condensador* cilíndrico C, el cual tiene en su estremidad inferior una tubulura que termina por un cono cuya punta está abierta.

»2.º En un *tubo de combustion* A, encorvado en su parte media en ángulo recto, y que puede ser adaptado por medio de un corcho á la tubulura del condensador.

»3.º En un *refrigerante* B, cuya estremidad inferior entra en

la parte cónica del condensador y cierra su abertura. El todo está sostenido por un sustentáculo (fig. 42 y 43).

Fig. 43.

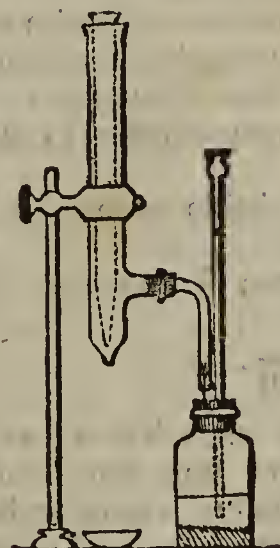
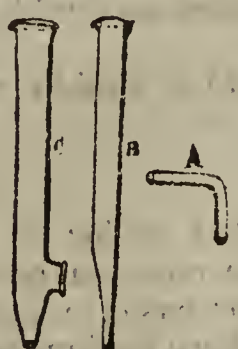


Fig. 42.



»Para hacer uso de este aparato, se llena el refrigerante de agua destilada y se introduce en el *condensador*; se fija el tubo de combustion, y se hace que penetre la llama en su interior, hasta un tercio de la estremidad. En este caso no se desprende todavía sino hidrógeno puro. El vaso en que se produce la accion química, es un frasco de vidrio de boca ancha, cuyo tapon está atravesado con dos agujeros; el uno de estos deja pasar un tubo adelgazado, á cuyo estremo se quema el hidrógeno, y el otro está atravesado por un tubo mas ancho que sirve para introducir los líquidos sospechosos. Se vierte despues el líquido y se regula la operacion de manera que produzca una llama de unas tres líneas de longitud.

»La mayor parte del arsénico se deposita en el tubo de combustion en el estado de ácido arsenioso, y forma una lijera nube en sus paredes, cuando el arsénico está en pequeña cantidad en los líquidos ensayados. Una pequeña parte es tambien arrastrada, y viene á condensarse con el vapor acuoso en las paredes del refrigerante. La abertura practicada á la estremidad inferior del condensador, permite la salida de esta pequeña cantidad de líquido que se recoge en una cápsula.

»Cuando la operacion está concluida, se separa el tubo de combustion, se hacen hervir en él algunas gotas de ácido nítrico ó de agua régia que se vierten en la cápsula que ha servido para recoger el agua condensada, y se evapora todo hasta sequedad.

El residuo desecado y mezclado con una pequeña cantidad de flujo negro, se introduce en un pequeño tubo adelgazado en su estremidad. Se adelgaza en seguida esta abertura á la lámpara, se corta la estremidad adelgazada y despues de haber hecho caer la mezcla hácia el fondo de la parte mas ancha, se calienta esta parte; el arsénico reducido se condensa en la estremidad adelgazada, y presenta entonces todos los caracteres físicos del arsénico metálico.

»Los numerosos esperimentos que se han hecho con este objeto, han conducido á la comision de la Academia de ciencias á las conclusiones siguientes:

»1.ª El procedimiento de Marsh hace fácilmente sensible $\frac{1}{1000000}$ de ácido arsenioso existente en un líquido: las manchas empiezan á aparecer aun cuando el líquido no contenga sino $\frac{1}{2000000}$.

»2.ª Las manchas no se manifiestan mejor en el aparato de Marsh con una gran cantidad que con una pequeña de líquido empleado; suponiendo en los dos casos la misma cantidad proporcional de ácido arsenioso. Pero tardan mas en formarse en el primer caso que en el segundo. Resulta de aquí que es ventajoso concentrar los líquidos arsenicales y operar sobre una pequeña cantidad de líquido, porque se obtienen así manchas mucho mas intensas.

»3.ª Es de la mayor importancia cuando se trata de producir manchas por medio del aparato de Marsh, interponer por donde pasa el gas, un tubo de un pie de longitud por lo menos, lleno de amianto ó en su defecto de algodon para retener las gotitas de la disolucion que son siempre arrastradas mecánicamente por el gas. De otro modo hay esposicion á obtener manchas de oxisulfuro de zinc que presentan las mas veces el aspecto de las arsenicales.

»4.ª El procedimiento propuesto por Lassaigne puede producir los mejores resultados. Consiste en hacer pasar el gas hidrógeno arsenicado á través de una disolucion bien neutra de nitrato de plata; en descomponer en seguida el líquido por el ácido clorhídrico, y en evaporarle para desalojar los ácidos y para poder ensayar despues sobre el residuo las reacciones del arsénico. Es cómodo sobre todo hacer pasar en una corta cantidad de líquido una porcion sumamente pequeña de arsénico, que existe en un volúmen considerable de líquido, cuyo líquido no se puede concentrar por la evaporacion, y permite por consiguiente (tratando el nuevo líquido arsenical concentrado en un pequeño aparato de Marsh) obtener manchas mucho mejor caracterizadas. Es necesario sobre todo abstenerse de decidir de la presencia del arsénico, solo porque se enturbie la disolucion del nitrato de plata, ó porque durante el desprendimien-

to del gas se forme algun depósito, pues que este depósito puede tener lugar por gases no arsenicales mezclados con el hidrógeno, y aun por el hidrógeno solo si se opera bajo la influencia de la luz.

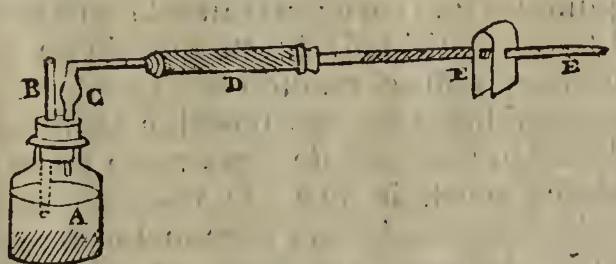
»Se puede reemplazar la disolucion de nitrato de plata por una disolucion de cloro, ó por un cloruro alcalino.

»5.ª La disposicion indicada por Berzelius y Liebig, y reproducida con muchas modificaciones útiles por Kappelin y Kampmann, de Colmar, hace sensibles cantidades de arsénico que no se manifiestan por las manchas, ó que solamente lo hacen de una manera dudosa. Esta disposicion presenta tambien la ventaja de condensar el arsénico de una manera mucho mas completa, y solamente sucederá con frecuencia que el arsénico se encontrará mezclado con sulfuro del mismo metal, el cual podrá alterar su color, sobre todo si la sustancia arsenical existe en gran cantidad.

»A esta última disposicion es á la que dan la preferencia los encargados del informe nombrados por el Instituto para aislar el arsénico. Segun ellos el aparato debe estar dispuesto del modo siguiente:

»Un frasco de cuello recto A y de abertura ancha está cerrado por medio de un tapon con dos agujeros. Por el primero de estos se hace descender hasta el fondo del frasco un tubo derecho B, de cinco líneas de diámetro, y en el otro se introduce un tubo de pequeño diámetro C, encorvado en ángulo recto. Este tubo se introduce en otro mas ancho D, de cerca de un pie de longitud y lleno de amianto. A la otra estremidad del tubo se adapta un tubo de vidrio poco fusible de una á dos líneas de diámetro. Este tubo,

Fig. 44.



que debe tener muchas pulgadas de longitud, está adelgazado á su estremidad F y se envuelve en una hoja de oropel, en una longitud de cuatro pulgadas (fig. 44).

»El frasco A debe ser de tal capacidad que pueda contener todo el líquido que se ha de ensayar, dejando además vacía la quinta parte de la capacidad total. Se deberá recordar sin embargo que es importante que el volúmen del líquido no sea demasiado considerable si se ha de tratar un líquido que no contiene sino indicios de materia arsenical.

»El tubo del desprendimiento C está terminado en bisel por la estremidad que se sumerge en el frasco: tiene tambien una pequeña bola en cualquier punto del brazo vertical. Esta disposicion no es indispensable, pero sí muy cómoda, porque por el calor producido en la reaccion condensa y hace caer en el frasco toda el agua quees arrastrada en cantidad bastante considerable.

»Dispuesto así el aparato se introducen en el frasco algunas láminas de zinc, una capa de agua para cerrar la abertura del tubo de seguridad y se echa finalmente un poco de ácido sulfúrico. El gas hidrógeno que se desprende, desaloja el aire del frasco. Se calienta hasta el rojo el tubo por la parte rodeada con la hoja de oropel por medio de ascuas colocadas en una rejilla. Una pantalla pequeña impide que el tubo se caliente á una distancia demasiado grande de la parte rodeada con las ascuas. Se introduce en seguida el líquido sospechoso por el tubo abierto, y por medio de un embudo adelgazado, haciendo de manera que descienda á lo largo de las paredes del tubo á fin de evitar que el aire vuelva á entrar en el frasco. Si se suspende el desprendimiento del gas con la introduccion del líquido, se añade una pequeña cantidad de ácido sulfúrico, y se hace marchar la operacion lentamente y con la regularidad posible.

»Si el gas contiene arsénico, este se deposita en forma de un anillo, próximamente á la parte calentada del tubo. Se puede inflamar el gas que sale del aparato, y tratar de recoger las manchas sobre una cápsula de porcelana: se obtienen efectivamente algunas veces, cuando no se ha calentado una longitud suficiente del tubo, ó cuando este tiene demasiado diámetro.

»Se puede igualmente encorvar el tubo y hacer sumergir su estremidad en una disolucion de nitrato de plata: esto puede practicarse para condensar en caso necesario la menor porcion de arsénico.

»Encontrándose depositado el arsénico en el tubo bajo la forma de anillo, es fácil observar todas las propiedades físicas y químicas que caracterizan esta sustancia. Estas propiedades son: 1.º su volatilidad: 2.º su cambio en un polvo blanco volátil de ácido arsenioso, cuando se calienta en un tubo abierto por sus dos estremidades en una posicion inclinada: 3.º calentando un poco de ácido nítrico ó de agua régia en el tubo, se hará pasar el arsénico al estado de ácido arsénico muy soluble en el agua; el líquido evaporado con precaucion hasta su sequedad en una capsulita de porcelana dará un precipitado rojo de ladrillo, si se vierten en él algunas gotas de una disolucion neutra de nitrato de plata: 4.º despues de todas estas pruebas se puede aislar nuevamente el arsénico en estado metálico. Basta para esto añadir una corta cantidad de flujo negro en la cápsula en que se ha hecho la precipitacion por el nitrato de plata, desecar la materia é introducirla en un pequeño tubo adelgazado por su estremidad *b* (fig. 45) y cuya otra estremidad *a* se cierra á la lámpara despues de la introduccion de la materia. Se hace caer esta en la parte ensanchada, y se espone á la temperatura roja: el arsénico pasa al estado metálico, y forma en la parte estrecha del tubo un anillo que presenta todos los caracteres físicos del arsénico, aun cuando no exista sino en pequeña cantidad.

Fig. 45.



»6.ª Es fácil encontrar en el comercio zinc y ácido sulfúrico que no manifiesten arsénico en el aparato de Marsh, aun cuando se disuelvan cantidades considerables de zinc.

»En todos los casos es indispensable que el operador ensaye previamente con el mayor cuidado todas las sustancias que debe emplear en sus investigaciones. Es necesario además que este haga al mismo tiempo ó inmediatamente despues de la esperiencia sobre las materias envenenadas, otra esperiencia semejante sin estas materias, empleando los mismos reactivos y en las mismas cantidades que en la operacion verdadera.

»Si ha carbonizado las materias por el ácido sulfúrico y por el ácido nítrico, deberá evaporar en vasos semejantes cantidades iguales de ácidos y volver á hacerlo por el mismo volúmen de agua; en una palabra, debe repetir en la esperiencia de comprobacion sobre los reactivos solos todas las operaciones que ha hecho en la verdadera esperiencia.

»7.ª Los procedimientos de la carbonizacion de las materias animales por el ácido nítrico ó el nitrato de potasa, pueden tener buen éxito; pero sucede sin embargo algunas veces que no se puede impedir una deflagracion muy viva á la conclusion de la esperiencia: esta deflagracion puede ocasionar una pérdida considerable de arsénico. La carbonizacion por el ácido sulfúrico concentrado y el tratamiento del carbon resultante por el ácido nítrico ó el agua régia, nos parece preferible en muchos casos. Este procedimiento exige el uso de menor cantidad de reactivo, y produce siempre buen resultado; pero cuando la operacion está bien hecha, da lugar á una pérdida muy pequeña de arsénico. Se evitará toda suerte de pérdida haciendo la carbonizacion en una retorta de vidrio adaptada á un recipiente.

»8.ª Es de la mayor importancia que la carbonizacion de la materia orgánica sea completa: sin este requisito no solamente se obtiene un líquido que produce espuma en el aparato de Marsh, sino que puede además producir manchas que presentan algunas veces en su aspecto semejanza con las arsenicales. Estas manchas que han sido observadas primeramente por Orfila, y que ha designado con el nombre de *manchas de grasa*, se producen frecuentemente y con abundancia, cuando la materia orgánica no ha sido destruida sino de un modo parcial. Estas manchas que provienen de los gases carbonados descompuestos parcialmente por la llama, se distinguen fácilmente por las reacciones químicas de las manchas arsenicales; pero podrian dar lugar á errores muy graves, si el operador quedase satisfecho con los caracteres físicos de ellas.

»9.ª En cuanto al arsénico que se habia anunciado existir en el cuerpo humano en el estado normal, todas las esperiencias hechas por la comision del Instituto, tanto sobre la carne muscular, como sobre los huesos, han dado resultados negativos.

»10.ª Reasumiendo la comision las instrucciones contenidas en su memoria, cree que el procedimiento de Marsh aplicado con todas las precauciones que quedan indicadas satisface á las

necesidades de las investigaciones médico-legales, en las que las cantidades de arsénico que se quieren poner en evidencia, son siempre superiores á las que se pueden demostrar en este aparato. Esta asercion es en la inteligencia de que debe ser empleado siempre como medio de concentrar el metal para estudiar los caracteres químicos, y de que se deberán considerar como nulas ó al menos muy dudosas las indicaciones que suministra, si el depósito formado en la parte anterior del tubo calentado no permite al observador, á causa de su tenuidad, demostrar de una manera exacta los caracteres químicos del arsénico.

»Debe añadirse que en la mayor parte de los casos de envenenamiento, el exámen de las materias vomitadas ó de las que han quedado en el conducto intestinal, convencerá al observador de la presencia del veneno, y no tendrá que proceder á la carbonizacion de los órganos, sino en los casos en que los primeros ensayos hayan sido infructuosos, ó en aquellos muy raros en que las circunstancias presumidas del envenenamiento le indiquen su necesidad.»

La Academia de medicina se ha ocupado últimamente en la cuestion del arsénico. He aquí las principales conclusiones de la memoria que ella ha adoptado:

«1.ª Por consecuencia de las carbonizaciones ó incineraciones incompletas de las materias animales, se obtienen algunas veces sirviéndose del aparato de Marsh manchas que sin ser arsenicales pueden tener apariencia de tales.

»2.ª No es posible confundir estas manchas con las arsenicales, cuando se hace intervenir la accion de los agentes químicos.

»3.ª Entre todos los medios de carbonizacion ó de incineracion que han sido propuestos para la destruccion de las materias animales en las invesigaciones toxicológicas relativas al arsénico, dos de ellos figuran en primera línea: la carbonizacion por el ácido sulfúrico, propuesta por Flandin y Danger, y la incineracion por el nitrato de potasa, tal como ha sido adoptada por Orfila. Cada uno de estos procedimientos tiene sus ventajas particulares: el químico se decidirá por el que crea mas oportuno, segun las circunstancias y el estado de las materias.

»4.ª El procedimiento inventado por Flandin y Danger para convertir en ácido arsenioso el arsénico eliminado por el aparato de Marsh. es muy bueno y muy ingenioso; pero la comision prefiere el último procedimiento de Orfila, y sobre todo el propuesto por el Instituto.

»5.ª Orfila es el primero que ha demostrado químicamente la presencia del arsénico en los órganos de los animales envenenados, y los trabajos comunicados por este sabio á la Academia relativos á este objeto han sido reconocidos como exactos por la comision de su seno.»

Si el procedimiento de Marsh fuese siempre aplicado por sabios y hábiles observadores, seria muy conveniente el uso de este medio; pero considerando, 1.º que hombres muy prác-

ticos han hallado por este procedimiento el arsénico en donde nunca se habia encontrado; 2.° que los reactivos empleados pueden contener arsénico, y que puede introducirse en el esperimento el cuerpo del delito, resultado por todos conceptos deplorable, de aquí puede concluirse que este aparato no debe emplearse sino con el mayor cuidado por los encargados de esta clase de ensayos y que suele ser preferible recurrir á los medios conocidos con anterioridad como mas seguros.

Combinaciones del cromo con el oxígeno.—Estas combinaciones han sido descubiertas por Vauquelin, célebre químico francés nacido en 1763 de pobres, labradores en el departamento de Calvados, y que murió en 1829. Pocos hombres tuvieron una vida tan entregada á la ciencia como este químico inmortal. Habiendo llegado desde la mas humilde condicion á los puestos científicos mas eminentes, no cesó de ocuparse en investigaciones hasta su postrero dia. Compuso un gran número de memorias, y sus descubrimientos han tenido brillantes aplicaciones en las artes, y han hecho señalados servicios á la medicina y á la economía doméstica.

El cromo puede formar con el oxígeno tres combinaciones, dos óxidos y un ácido.

El *óxido crómico* ó *protóxido de cromo* es de un hermoso color verde, de un matiz tanto mas claro, cuanto ha sido mas fuertemente calcinado. Se prepara de diferentes matices: nos contentaremos con decir que se obtiene fácilmente calentando al calor rojo el bicromato de mercurio. El hidrato de protóxido de cromo es de un verde agrisado, pierde su agua por la calcinacion y se vuelve incandescente por un momento: en este caso es inatacable por los ácidos, escepto el sulfúrico hirviendo. Se convierte en cromato por los álcalis mediante la via seca. El protóxido de cromo suministra el color verde de mas duracion y de mas hermoso aspecto. Se emplea para colorar las porcelanas y los esmaltes.

El *deutóxido de cromo*, *óxido sobrecrómico*.—Se obtiene haciendo digerir el ácido crómico sobre el óxido de cromo; pero el agua caliente descompone el óxido que resulta en ácido crómico y en protóxido de cromo. Es de un color moreno oscuro.

Acido crómico.—Se obtiene descomponiendo el bicromato de plata por el ácido clorhídrico. Fritzche le prepara tratando en caliente una disolucion concentrada de bicromato de potasa por el ácido sulfúrico concentrado, hasta tanto que se forme un precipitado, y evaporando un líquido en el vacío inmediato al ácido sulfúrico, con lo cual cristaliza el ácido crómico. Este ácido es de un hermoso color rojo de rubí, muy soluble en el agua; evaporado en el vacío se presenta en costras morenas. El calor le descompone en oxígeno y en protóxido; pierde su oxígeno con la mayor facilidad. Una disolucion alcohólica al principio roja, se vuelve despues verde. Es el mas enérgico de los ácidos metálicos; se combina con todas las bases y forma cromatos de diferentes grados de saturacion. Segun Peligot, el

ácido crómico se combina con muchos cloruros para formar sales particulares.

Cromatos.—Los cromatos alcalinos neutros no cristalizan; los subcromatos son amarillos, y los cromatos ácidos son de color rojo anaranjado. Los primeros forman precipitados amarillos en las sales de bismuto y de plomo, rojos en las sales de mercurio, y rojos oscuros en las sales de plata. En los cromatos neutros la cantidad de oxígeno de la base es á la del ácido como 1 es á 3.

Oxidos de antimonio.—El antimonio se combina con el oxígeno en cuatro proporciones y forma un sobreóxido, el óxido antimónico, el ácido antimonioso y el ácido antimónico.

Los óxidos de antimonio son reductibles por el hidrógeno, por el carbon, por el azufre y por muchos metales. Al soplete se disuelven en el bórax, con la sal de fósforo dan vidrios incoloros, y se cambian en cloruros volátiles por la sal amoníaco y al calor sombrío.

Subóxido.—Se produce por la accion de la pila ó esponiendo el antimonio al aire húmedo. Es de un gris negruzco sin brillo; bajo la influencia del ácido clorhídrico se trasforma en metal y en óxido.

Oxido antimónico. (Protóxido de antimonio.)—Se obtiene oxidando el antimonio por el contacto del aire; es de un color blanco puro. Vœhler ha observado que cristalizaba del mismo modo que el ácido arsenioso y que es isomorfo bajo dos formas incompatibles, el octaedro regular y el sistema prismático. Su densidad es de 5,56. Se funde al calor rojo, es muy volátil por la tostacion, se trasforma en parte en ácido antimonioso, y es insoluble en el agua El hidrato es un poco soluble en algunos ácidos vegetales; se combina tambien con los álcalis. Fórmula: $Sb^2\ O^3$.

Acido antimonioso.—Se prepara tratando el antimonio por el ácido nítrico concentrado y calcinando al calor rojo el polvo blanco que se produce. El hidrato se obtiene saturando de ácido una disolucion de antimoniato de potasa. Es de un hermoso blanco inalterable por el calor, infusible y fijo. Su hidrato es blanco y enrojece los colores azules vegetales; insoluble en el agua y en el ácido nítrico; se disuelve un poco en el ácido sulfúrico hirviendo y mejor en el ácido clorhídrico; el agua le precipita de sus disoluciones ácidas. Fórmula: $Sb^2\ O^4$.

Acido antimónico.—Se obtiene en estado de hidrato descomponiendo el antimoniato de potasa por el ácido nítrico, y resulta en estado anhidro calcinando el hidrato á un calor suave. Es de color blanco lijeramente amarillento; el hidrato es blanco. Al calor rojo abandona una parte de su oxígeno y se trasforma en ácido antimonioso; es insoluble en el agua y en los ácidos, escepto el clorhídrico concentrado é hirviendo, empleado en gran cantidad. Es un ácido bastante poderoso.

Sales de protóxido de antimonio.—Tienen un sabor débilmente metálico; sus disoluciones se enturbian cuando se dilu-

ven en agua, pero no se enturbian cuando el ácido es vegetal. El gas sulfhídrico y los sulfhidratos las precipitan de color naranjado. El hierro, el zinc y el estaño precipitan el antimonio en polvo fino. Todas las preparaciones solubles de antimonio son mas ó menos venenosas, provocan el vómito con grande energía y producen algunas veces un efecto purgante; el tanino las precipita; por esta propiedad la quina y la nuez de agalla son sus contravenenos.

OXIDOS DE COBRE.—Se conocen tres grados de oxidacion del cobre. Estos óxidos son fácilmente reductibles por el hidrógeno, el carbono, el azufre, las sustancias orgánicas y por muchos metales, entre otros por el hierro y el zinc. Forman con el litargirio combinaciones fusibles.

Protóxido.—Se prepara calentando hasta la fusion el deutóxido de cobre con un pequeño esceso de cobre metálico. El hidrato se prepara precipitando una sal cuprosa por un álcali fijo. Es de un color anaranjado. Malagutti prepara para las artes el óxido anhidro fundiendo á un calor suave 100 partes de sulfato de cobre y 57 de carbonato de sosa, pulverizando la mezcla, añadiendo 25 partes de limaduras de cobre, calentando despues la mezcla al rojo blanco por espacio de veinte minutos, pulverizando la masa despues de fria y lavándola perfectamente. Es de un color rojo de hígado y se funde al calor blanco. Calentado en contacto del aire, absorbe el oxígeno y se convierte en deutóxido. Esto es lo que sucede cuando se trata por el ácido acético ó por el ácido sulfúrico débil. El ácido clorhídrico le disuelve sin descomponerle; el amoníaco le disuelve igualmente y la disolucion es incolora. Fórmula=$Cu^2 O$.

Deutóxido.—Se prepara calcinando el nitrato de cobre, hasta que no se desprenda mas gas. Es negro, soporta un calor blanco sin fundirse ni descomponerse, pero es fácilmente reductible por los cuerpos combustibles; por esta razon se emplea en las análisis vegetales. Se disuelve en la mayor parte de los ácidos; es una base muy fuerte. Es soluble en el amoniaco. Fórmula=$Cu O$. Su hidrato es de un azul claro, y se obtiene precipitando la disolucion de una sal de cobre por la potasa.

Sobreóxido.—Se prepara por medio del agua oxigenada $Cu O^2$.

Sales cuprosas ó de protóxido de cobre.—Son la mayor parte insolubles en el agua; en el estado de humedad absorben el oxígeno del aire y se trasforman en sobresales cúpricas. El amoníaco las disuelve sin colorearlas; pero las disoluciones se enverdecen al aire.

Sales cúpricas ó de deutóxido de cobre.—Son de un hermoso color azul ó verde; su sabor es muy desagradable. Forman con el amoníaco hermosas disoluciones azules. El cianuro ferroso-potásico las precipita en moreno rojizo; el gas sulfhídrico y los sulfhidratos en negro. Con las sales amoniacales forman casi todas sales dobles, solubles en un esceso de amoníaco.

OXIDOS DE PLOMO.—Existen cuatro combinaciones del plomo

con el oxígeno, el subóxido, el protóxido, el sobreóxido ú óxido de pulga y el minio ú óxido intermedio. Todos estos óxidos son reductibles por el hidrógeno, el carbon, el azufre, los cuerpos combustibles y los metales muy oxidables.

Subóxido.—Se forma por la oxidacion del plomo al aire ó por la calcinacion del oxalato en vasos cerrados; es un polvo de un color gris negruzco que ha sido descubierto por Dulong y estudiado por Boussingault y por Pelouze. Fórmula=Pb^2 O.

Protóxido.—Se obtiene en estado de *hidrato* blanco, precipitando una sal de plomo por un álcali disuelto ó por la oxidacion del plomo por medio del calor. Cuando no está fundido toma el nombre de *masicot*. Es pulverulento y de un color amarillo palido; es fusible; cuando está fundido se llama *litargirio*, y entonces se presenta bajo la forma de hojas micáceas de un color amarillo rojizo.

El protóxido de plomo es una base enérgica que se combina fácilmente con todos los ácidos por la via seca y por la via húmeda; con la sílice y el ácido bórico forma vidrios pesados. Fórmula=Pb O. Este óxido, bajo la forma de litargirio y de masicot, se emplea mucho en las artes y en la medicina.

Calvert ha observado que cuando se satura una disolucion de sosa hirviendo, que marque de 40 á 45 grados por el hidrato de protóxido de plomo, y cuando se deja enfriar el líquido, cristaliza un óxido rosado de plomo en cubos bastante regulares. Calentado á 400 grados proximamente este óxido, aumenta de volúmen, se vuelve negro, y decrepita dejando desprender indicios de agua, 0,1 por 100; si se eleva la temperatura hasta el rojo de cereza, toma un color amarillo de azufre, sin perder su forma cristalina. Es poco soluble en los ácidos; el ácido nítrico, sea débil ó concentrado, no le disuelve sino con dificultad. Pulverizado, da un polvo de un amarillo de naranja, análogo al de litargirio.

Sobreóxido ú óxido de pulga.—Se obtiene tratando el minio por el ácido nítrico. Es de color de pulga oscuro. Cuando se calienta se convierte en protóxido, si es suficiente la temperatura. Es un oxidante enérgico. Los ácidos le disuelven con desprendimiento de oxígeno y formacion de protosales. Fórmula=Pb O^2.

Minio.—Se prepara calentando á un calor moderado y en contacto del aire el masicot ó carbonato de plomo reducido á polvo. Es de un rojo de naranja brillante, y puede soportar sin descomponerse un calor de 250°. Calentado hasta el rojo de cereza, deja desprender oxígeno, y se trasforma en masicot: este absorbe el oxígeno por medio del calor, y le abandona á una temperatura mas elevada. Es conducido al estado de protóxido por los cuerpos que producen este efecto sobre el óxido de pulga. El ácido nítrico en frio le trasforma en protóxido, que se disuelve, y en óxido de pulga, que queda. Está compuesto de protóxido de plomo y de óxido de pulga. Los minios que nos suministra el comercio, son muy variables en su combinacion.

Sales de plomo.—Solo el protóxido se combina con los ácidos para formar sales. Todas las sales de plomo son venenosas, aun en pequeñas dosis; ocasionan cólicos, conocidos con el nombre de cólicos de los pintores. Las que se disuelven en el agua son incoloras; tienen un sabor azucarado y astringente. Los sulfatos precipitan sus disoluciones en blanco; el gas sulfhídrico y el sulfhidrato de amoniaco las precipitan en amarillo en negro. El cromato de potasa las precipita; el ioduro de potasio las precipita igualmente en amarillo. Una lámina de zinc ó de estaño produce un precipitado de plomo metálico.

Oxidos de los metales de la 5.ª seccion.—De los óxidos que comprende esta seccion, solo deben ocuparnos los de mercurio.

Oxidos de mercurio.—Existen dos que son completamente reductibles por el color rojo.

El *protóxido* (óxido negro de mercurio) se prepara reduciendo el cloruro mercurioso á polvo muy fino y tratándole por un esceso de potasa cáustica líquida. Es un polvo negro que el calor ó la luz trasforma en mercurio y en óxido mercúrico.

Oxido mercúrico.—(Deutóxido de mercurio.)—Se obtiene, sea esponiendo el mercurio calentado hasta el punto de ebulicion á la accion del aire, y entonces se llama *precipitado per se*; ó sea descomponiendo el nitrato por un calor bien dirigido, y al producto se llama *precipitado rojo*. Cuando se precipita por un esceso de potasa de una sal mercúrica, está en el estado de hidrato, y se presenta de color amarillo. El óxido mercúrico anhidro es de un color que varía del amarillo naranjado al rojo oscuro. Es lijeramente soluble en el agua y tiene un sabor muy desagradable; es una base enérgica. Fórmula = Hg. O.

Sales de mercurio.—Existen dos series de sales de mercurio correspondientes á los dos óxidos: las propiedades comunes á ambas son las siguientes. Las sales solubles tienen un sabor particular muy desagradable. Cuando se calientan con carbonato potásico, se sublima el mercurio metálico. Si se hace digerir una sal de mercurio con el ácido fosforoso ó hipofosforoso, el mercurio se separa. Mezclando esta sal con el ácido clorhídrico concentrado, y con cloruro estannoso, y calentando la mezcla lijeramente se obtiene igualmente mercurio. Una lámina de cobre precipita tambien el mercurio metálico.

Se distinguen las sales mercuriosas de las sales mercúricas en que las primeras dan un precipitado negro por la potasa, y las segundas le producen rojo.

Como muchas combinaciones de mercurio son muy venenosas, es necesario en diversas ocasiones comprobar la presencia de una cantidad de mercurio. Smithson coloca un granito de la sustancia que se ha de ensayar sobre una hoja de oro con estaño en una gota de ácido clorhidrico. Cuando hay mercurio se forma al instante una amalgama de oro sobre la hoja de este metal; lavándola en seguida se nota que el lugar que ocupaba la materia presenta una mancha blanca que desaparece calentan-

do el oro. Una lámina de cobre bien desoxidada puede emplearse para el mismo uso, por la propiedad que posee de precipitar el mercurio de sus sales.

Oxidos de los metales de la 6.ª seccion.—Entre los óxidos de esta seccion, solo estudiaremos los de plata y de oro.

Oxido argentico.—(*Deutóxido de plata.*)—Se prepara precipitando el nitrato de plata por un álcali fijo, y desecando el precipitado á un calor inferior al rojo. Es de un color moreno oliváceo, de una densidad de 7,145, un poco soluble en el agua, y su disolucion tiene la reaccion alcalina. Su *hidrato* es de un color moreno claro y muy fusible con el bórax ó los silicatos. El calor le reduce. Es una base enérgica que por sus propiedades químicas se asemeja mucho al óxido plúmbico. Fórmula: Ag O.

Oxido argentoso.—(*Protóxido de plata.*)—Este grado inferior de la plata fue descubierto por Vœlher. Obtuvo este descubrimiento calentando el citrato ó el melato de plata en una corriente de gas hidrógeno á una temperatura de 100°. Disolviéndole en el agua se obtiene una disolucion coloreada, de donde se puede precipitar por la potasa el protóxido de plata bajo la forma de un polvo negro. Fórmula: Ag^2 O.

Sales de deutóxido de plata.—En general son incoloras. Sus disoluciones forman con el ácido clorhídrico ó los cloruros un precipitado blanco de cloruro de plata, el cual es además lijero, insoluble en el agua, y que tratado al soplete sobre carbon, dá un boton metálico de plata. Todos los metales mas electro-positivos precipitan la plata metálica. Las sales ferrosas y estannosas precipitan tambien la plata metálica. Mas por una propiedad paradójica, cuando se hace hervir la plata con una sal férrica, se disuelve y la reduce al estado de sal ferrosa; pero se precipita la plata por el enfriamiento, y la sal ferrosa se vuelve férrica. La mayor parte de las sales de plata se colorean en negro por la accion de la luz.

Protoxido de oro.---Este óxido, segun Figuier, puede obtenerse de diversas maneras: he aquí uno de los procedimientos que indica.

Se evapora hasta sequedad una disolucion de cloruro de oro, y se calienta el residuo sobre un baño de arena en que se ha colocado un termómetro que indique la temperatura. Se agita continuamente la masa hasta que haya tomado un color amarillo de canario muy vivo, sin pasar de la temperatura de 150°. A una temperatura mas elevada el protocloruro abandonaria la mayor parte de su cloro.

Si se vierte entonces potasa cáustica sobre la mezcla, se separa un precipitado negro violado de protóxido de oro; y el líquido se colorea fuertemente en amarillo por la disolucion de una parte del óxido en el álcali. Se filtra y se añade ácido nítrico en cantidad suficiente para saturar exactamente la potasa; el óxido restante se precipita bajo la forma de un hidrato gelatinoso de un color de violeta oscuro. No seria conveniente añadir un esceso de ácido, porque se formaria agua régia, la cual

disolveria el producto. Es necesario mas bien conservar en el líquido una reaccion lijeramente alcalina. El producto de estos dos tratamientos se reune sobre el mismo filtro.

El protóxido de oro en el estado de hidrato se presenta bajo la forma de un polvo violado oscuro, que se aproxima al negro; cuando está desecado ofrece el color azul violado de la púrpura de Cassius. No se descompone hasta 250° desprendiendo el oxígeno. Es menos alterable que el tritóxido de oro. Fórmula: $Au^2\ O$.

Peroxido de oro.---El mejor medio de prepararle, segun Pelletier, consiste en calentar el percloruro de oro con la magnesia en esceso, y lavar el depósito con el ácido nítrico. Cuando se emplea el ácido diluido se obtiene en estado de *hidrato*, y cuando está concentrado, en el de *peróxido*. El peróxido es negro, y el hidrato de un amarillo rojizo. El calor y los combustibles le reducen con la mayor facilidad. Entre los ácidos oxigenados solo el nítrico le ataca; los hidrácidos le disuelven muy bien cuando está en estado de hidrato; con el amoníaco forma un compuesto fulminante. Fórmula: $Au^2\ O^3$.

Se llaman *auratos* las combinaciones de este óxido con las bases; las disoluciones son incoloras y se amarillean por la adicion de un ácido.

Sales de oro.---Del oro no se conocen sino sales haloideas y sulfosales. Tienen un hermoso color amarillo ó naranjado. Se distinguen por la propiedad que tiene el sulfato ferroso de precipitar el oro metálico bajo la forma de un polvo moreno, el cual por el bruñido adquiere el brillo metálico.

Amoniaco, azouro de hidrogeno.—(*Alcali volátil, álcali fluido, espíritu de sal amoníaco.*)—Despues que Davy reconoció que la potasa y la sosa eran óxidos metálicos, creyó que el amoníaco que jugaba el mismo papel que la potasa, debia ser tambien óxido de un metal particular, al cual propuso darle el nombre de *amonio*. Pero este metal no han podido descubrirle todas las investigaciones posibles. Berzelius que adoptó al principio esta opinion, propuso despues el nombre de *amonio* á una combinacion notable del ázoe y del hidrógeno, que hace en efecto en muchas circunstancias las veces de metal. Esta combinacion es $= Az\ H^4$.

Propiedades físicas.—El amoníaco es un gas incoloro, trasparente, de un sabor acre y cáustico, de un olor picante característico que escita las lágrimas; su peso específico $= 0,591$; enverdece fuertemente el jarabe de violetas.

El amoníaco resiste al mas fuerte calor; por el contrario, un gran número de chispas eléctricas le descomponen. Espuesto á $-48°$ se traba y se vuelve opaco.

Propiedades químicas.—El oxígeno y el aire no le descomponen sino á una temperatura elevada, de donde resulta agua, un poco de ácido nítrico y ázoe libre.

El carbono absorbe 90 medidas de este gas; pero á una temperatura elevada le descompone dando orígen al gas carburo de

hidrógeno, y á una sustancia de olor de almendras amargas que probablemente es el ácido cianhídrico.

El azufre le descompone en caliente; forma repentinamente una mezcla de ázoe y de hidrógeno gaseosos, de sulfhidrato y de sulfhidrato sulfurado de amoníaco cristalizados.

El iodo le descompone tambien: se forma un líquido viscoso de un aspecto metálico, que se llama *ioduro de amoníaco*. Si este ioduro continúa absorbiendo amoníaco gaseoso, pierde su brillo y su viscosidad. Si se echa agua sobre este compuesto se forma inmediatamente un polvo negro, que es el ioduro de ázoe.

El cloro descompone el amoníaco, bien se halle en el e-tado de gas ó en el de disolucion; resulta siempre ázoe puro que se desprende y ácido clorhídrico que se combina con el amoníaco formando sal amoníaco. En el primer caso la descomposicion se verifica con desprendimiento de calórico y luz.

Muchos metales á una temperatura elevada descomponen el gas amoníaco; tales son el hierro, el cobre, la plata, el platino y el oro. Los dos primeros gozan de esta propiedad en mas alto grado que los restantes. Si se hace esta descomposicion en un tubo de porcelana incandescente, haciendo atravesar por él el gas amoníaco, se observará que se desprende gas ázoe é hidrógeno. Segun Despretz, el hierro y el cobre absorben un poco de ázoe y se vuelven quebradizos: los otros tres metales no aumentan de peso.

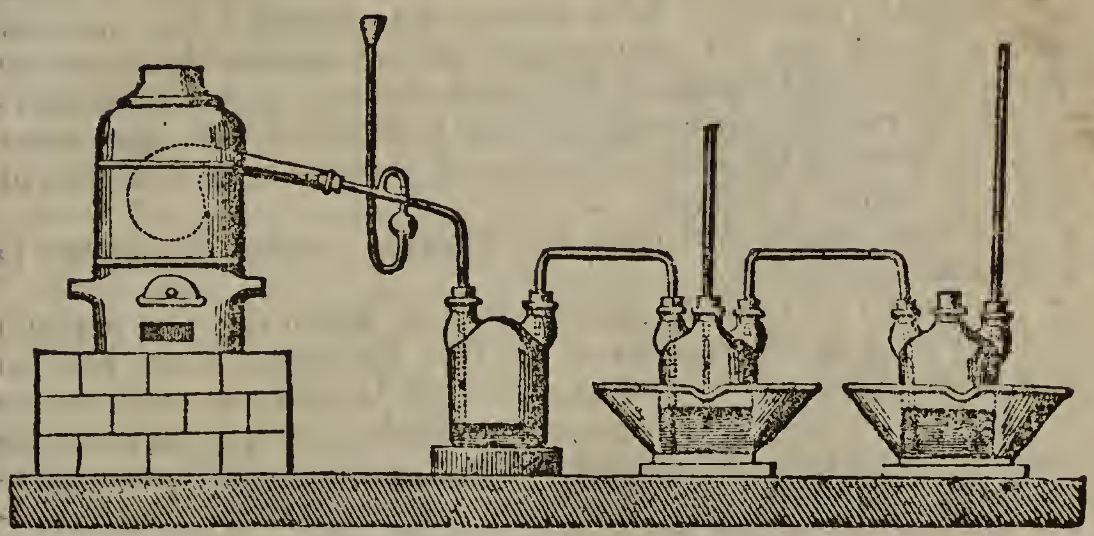
Si se calienta el gas amoníaco con el potasio ó el sodio, estos metales descomponen el gas y hacen desprender un volúmen de hidrógeno igual al que hubieran desprendido de agua: el ázoe se une al metal y forma un azouro que entra en combinacion consigo mismo para formar un cuerpo que se llama *azouro amoniacal de potasio ó de sodio*. Pero de todos los metales el que ofrece fenómenos mas curiosos es el mercurio. Unido al potasio ó al sodio, y puesto en contacto con una disolucion de gas amoníaco ó de una sal amoniacal, pronto se ve á la amalgama quintuplar y aun sestuplar de volúmen y tomar la consistencia de manteca, conservando su brillo metálico. El mismo fenómeno sucede con el mercurio solo, pero sirviéndose de la influencia de la pila. En todos los casos se forma el compuesto AzH^4 (amonio), que haciendo el papel de metal constituye con el mercurio una amalgama de amonio. En efecto, ya se haga uso del potasio, ó ya se emplee la pila, cierta cantidad de amoníaco se descompone, de manera que su hidrógeno en estado naciente se combina con el amoníaco para formar el cuerpo en cuestion.

Composicion.—El amoníaco descompuesto por la chispa eléctrica y analizado por el oxígeno, ha demostrado una composicion igual á 1 átomo de ázoe y 3 de hidrógeno$=AzH^3$.

Amoníaco líquido.—El agua disuelve á la temperatura ordinaria 430 veces su volúmen de este gas, y esta disolucion, cuyas propiedades se asemejan á las del amoníaco, lleva el nombre de *amoníaco líquido*. Para procurársela, se hace uso del aparato de

Woolf dispuesto como indica la figura 46. La mezcla que debe

Fig. 46.

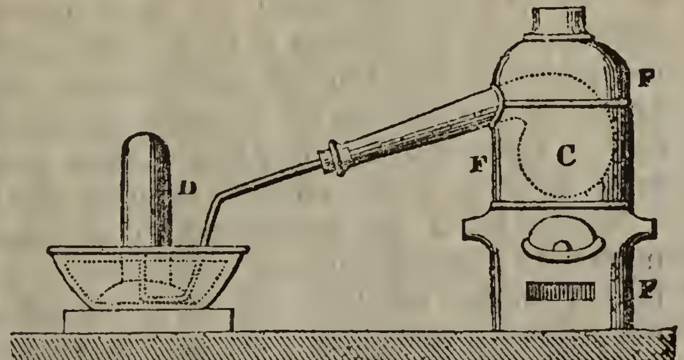


producir el amoníaco, está colocada en la retorta á la cual se adapta un tubo de Welter; este tubo comunica con un frasco llamado *de lavado*, que no contiene sino una pequeña cantidad de agua. En los demás frascos se coloca el agua hasta la mitad, y se hace llegar á ellos la corriente de gas amoníaco: la combinacion se verifica con desprendimiento de calor; y de aquí la necesidad de enfriar los frascos en que se hace la disolucion.

Estado natural.—El amoníaco no se encuentra en la naturaleza sino en estado de combinacion, en los escrementos de los camellos, en la orina y en la mayor parte de las materias animales en putrefaccion.

Preparacion.—El gas amoníaco se obtiene calentando partes iguales de cal viva y de clorhidrato de amoníaco en una retorta C (fig. 47): la cal se apodera del ácido clorhídrico, y forma agua y un cloruro, mientras que el amoníaco se desprende, y se recoge en una campana D en el baño de mercurio.

Fig. 47.



Usos y aplicaciones.—El amoníaco se ha empleado frecuente-

mente para combatir la mordedura de los animales venenosos, ya administrado interiormente, ya usado al esterior. Se usa muchas veces como reactivo; y se emplea para quitar las manchas producidas por los cuerpos grasos.

Amonio.—Con este nombre se ha descrito un metal que no ha sido todavía aislado, y que no se ha obtenido sino en combinacion con el mercurio en estado de amalgama, y lo mas notable es que se aproxima de la manera mas íntima á los metales de los álcalis por las propiedades de las sales y de la mayor parte de las combinaciones que puede formar, y que sin embargo, es un cuerpo compuesto de ázoe y de hidrógeno, que seria á los metales de los álcalis lo que el cianógeno es al cloro, al iodo, al bromo y al fluor.

He aquí, segun Berzelius, los diversos medios de obtener la amalgama de amonio.

Se coloca un poco de mercurio en el fondo de una cápsula de vidrio, y se sumerge en él un hilo de hierro ó de platino que comunique con el polo negativo de la pila: se echa sobre este metal amoníaco cáustico concentrado, en que se sumerge un hilo de platino que comunique con el polo negativo, de manera que esté una línea de distancia del mercurio. En los primeros momentos solo produce un gas el polo positivo; pero en seguida las burbujas empiezan á desprenderse tambien del mercurio; este se hincha y se vuelve poco á poco espeso, adquiere consistencia de manteca, toma un color blanco de plata y aumenta cinco ó seis veces su volúmen. A esta época la amalgama no es ya líquida, y cuando se separa se convierte rápidamente y con desprendimiento de hidrógeno en amoníaco, mientras que el mercurio se restituye á su volúmen primitivo. Este fenómeno parece que debe esplicarse de la misma manera que la descomposicion de los álcalis fijos, que tiene lugar en las mismas circunstancias; y es necesario admitir en este caso que un cuerpo metálico está combinado con el mercurio. Se da á este metal el nombre de *amonio*.

Si se toma un fragmento de sal amoniaco en que se ha hecho un agujero, se humedece esta cavidad con un poco de agua, y se coloca en ella un glóbulo de mercurio que comunique por medio de un hilo de platino con el polo negativo de la pila, y el otro hilo que proviene del polo opuesto se sumerge en la sal húmeda y se aproxima este último tanto como sea posible al mercurio sin ponerle sin embargo en contacto con él, se ve engrosar el glóbulo de tal manera que llena poco á poco la cavidad, y que concluye por estenderse mucho mas. Se puede obtener así una gran cantidad de esta amalgama en estado seco.

Si se trata de descomponer el amoníaco sin auxilio del mercurio, se obtiene gas hidrógeno y gas ázoe. Pero basta que la estremidad del hilo negativo esté amalgamada con una capa muy fina de mercurio, para que el amonio se deposite tomando la forma de una arborizacion cristalina de color aplomado. Esta arborizacion aparece muy semejante á la que se forma en

la reduccion de las sales de plomo; ella aumenta de volúmen hasta que haya adquirido bastante lijereza para desprenderse del hilo, y para pasar á la superficie del líquido. En este punto no tarda en convertirse en amoníaco con desprendimiento de gas, dejando un pequeño glóbulo mercurial, que las mas veces no tiene mas que $\frac{1}{200}$ del volúmen aparente de la amalgama.

El amoníaco es reducido tambien por la amalgama de potasio sin el concurso de la electricidad. Esta esperiencia es muy notable y fácil de ejecutar. Para esto es necesario ó mezclar esta amalgama con el polvo de sal amoníaco húmedo, ó sumergirla ya en la disolucion de una de estas sales, ya en el amoníaco cáustico. Se puede entonces, si se opera en vasijas cerradas, obtener una amalgama impregnada de tal manera de amonio que sobrenada en el líquido. La mejor manera de preparar la amalgama de amonio, consiste en hacer una cavidad en un fragmento de sal amoníaco, en humedecer lijeramente la cara interna y en depositar en seguida una gota de amalgama de potasio: la de amonio no tarda en elevarse á la parte superior de la cavidad.

La amalgama saturada de amonio tiene un color gris de plomo; es cristalina, mas lijera que el agua, y descompone este líquido con desprendimiento de calor. El éter y el alcohol la descomponen igualmente; se forma amoníaco que se disuelve, y gas hidrógeno que se desprende, y cuya cantidad asciende á la mitad del volúmen que pierde la amalgama cuando se produce el álcali. Se ha observado además, que el *amonio* que se ha aleado con el mercurio, y la amalgama producida por la accion de la electricidad se descompone luego que no hace ya parte de la cadena eléctrica. Se puede pensar con alguna razon que bajo la influencia de la pila se forma un cuerpo metálico, compuesto de ázoe y de mas cantidad de hidrógeno que la existente en el amoníaco. El hidrógeno del agua descompuesta por la pila se combina con el amoniaco y forma así el amonio que se amalgama con el mercurio.

Siendo la fórmula del amoníaco NH^3, la del amonio debe ser NH^4.

El amoníaco como los demás álcalis forma con los ácidos sales perfectamente neutras; pero todas contienen agua, escepto algunas subsales amoniacales que no la contienen. El oxígeno de esta agua está en la misma proporcion con el del ácido, que en las demás bases que el ácido pueda neutralizar; y la cantidad de hidrógeno en esta agua es exactamente la necesaria para convertir el amoníaco en amonio. Vemos pues, que existe la analogía mas completa entre las sales amoniacales y las sales de los otros álcalis. Como con los otros metales, el ácido se une con un metal oxidado de antemano, y lo que confirma mas esto es que las sales amoniacales formadas por un oxiácido que contienen dos átomos de agua, son isomorfas (es decir que afectan la misma forma cristalina) con las sales potásicas y sódicas anhidras.

Cuando se hace obrar el cloro sobre el amoníaco, se desprende ázoe: el hidrógeno escedente forma entonces el amonio, el cual se une al cloro para formar el *cloruro de amonio* isomorfo con los cloruros alcalinos.

Nos detendremos un momento para hacer observar el inmenso interés de las combinaciones del ázoe, y las propiedades verdaderamente estraordinarias de las combinaciones de este cuerpo simple con el oxígeno, el carbono y el hidrógeno. El estudio de estas combinaciones ha cambiado singularmente las teorías químicas, y es mas que probable que haya alguna cosa por descubrir, la cual podrá modificar mucho nuestras ideas. El cianógeno y el amonio que reaccionan como cuerpos simples, podrian hacer pensar con algun fundamento que la mayor parte de los cuerpos que consideramos como simples son verdaderamente compuestos. Uno de ellos está colocado en la clase de los electro-negativos, y el otro entre los cuerpos decididamente electro-positivos.

Sales amoniacales.—El amoníaco es una base muy enérgica que rivaliza con los óxidos metálicos de la primera seccion. Forma con los ácidos sales que ofrecen algunas propiedades particulares.

Todas las sales amoniacales carecen de color, á no ser que el ácido este coloreado; tienen todas un sabor picante; casi todas cristalizan espuestas al fuego, y la mayor parte son descompuestas. Si el ácido es fijo, como el ácido fosfórico, el amoniaco se desprende y el ácido queda libre; si el ácido no es fijo, se descompone las mas veces al mismo tiempo que el amoníaco; en fin, si el ácido es volátil, la sal se volatiza tambien. Algunas veces, sin embargo, cambia de estado de saturacion. El agua disuelve todas las sales amoniacales, y la disolucion no precipita ni por los carbonatos de potasa, sosa y amoníaco, ni por los sulfhidratos, ni por el cianhidrato de potasa. El cloruro de platino forma con ellas un precipitado amarillo de canario, y el sulfato de alúmina determina un precipitado cristalino. En fin, trituradas con la potasa ó la sosa, desprenden todas gas amoníaco.

Las sales amoniacales neutras estan compuestas de un átomo de ácido y dos de amoníaco.

Usos.—Se emplean solamente el carbonato, el sulfato, el clorhidrato, el sulfhidrato y el acetato de amoníaco.

Se obtienen los compuestos amoniacales por la destilacion de los trapos viejos y de los huesos. El laboreo de estas sales es un ramo de fabricacion y de comercio bastante importante.

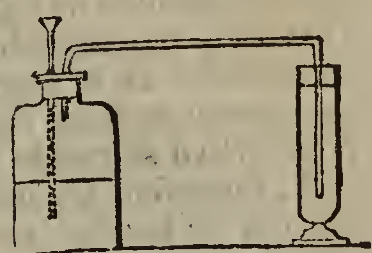
§ IX. De los sulfuros métálicos.

Historia.—Muchos sulfuros se encuentran en la naturaleza; son conocidos desde muy antiguo; su historia ha sido ilustrada par-

ticularmente por Berthollet, Vauquelin, Gay-Lussac, Berthier y Berzelius.

Preparacion.—Se pueden obtener: 1.º directamente, combinando el metal con el azufre á la accion del calor: 2.º haciendo obrar el azufre sobre muchos óxidos metálicos. Sobre los óxidos de las cuatro últimas secciones, el oxígeno del óxido se dirige sobre el azufre; forma ácido sulfuroso, que se desprende, y queda formado un sulfuro. Sobre los metales alcalinos, por la via seca se forman sulfuros mezclados con sulfatos, y por la via húmeda, sulfuros mezclados con hiposulfitos. 3.º Se obtienen tambien haciendo obrar el gas sulfhídrico sobre muchas disoluciones alcalinas de los metales de las tres últimas secciones. El aparato que se puede emplear para esta operacion es el marcado en la fig. 48. 4.º Los sulfuros insolubles pueden obtenerse todos por doble descomposicion, empleando un sulfuro soluble y una solucion salina del metal de que se quiere obtener el sulfuro. Becquerel ha obtenido por la electroquímica muchos sulfuros cristalizados.

Fig. 48.



Propiedades químicas de los sulfuros metálicos.—El calor descompone los sulfuros de los metales de la 6.ª seccion, escepto el de plata. Los sulfuros simples estan compuestos de tal manera que descomponiendo el agua forman gas sulfhídrico y un óxido salificable. Se observa que un átomo de azufre en un sulfuro reemplaza á un átomo de oxígeno en un óxido. Los sulfuros se pueden dividir en tres clases con respecto á la accion del agua sobre ellos: 1.º los sulfuros solubles en el agua, que son los de la 1.ª seccion, y los de magnesio, glucinio é itrio: 2.º los sulfuros insolubles hidratados, que son los de zinc, manganeso y hierro. El agua no tiene accion sobre los demás sulfuros metálicos. Los sulfuros de la 2.ª seccion, sometidos á la accion simultánea del agua y del calor, se trasforman en hidrógeno sulfurado y en óxidos. El oxígeno seco obra sobre los sulfuros, trasformándolos: 1.º en hiposulfitos, sulfitos y sulfatos; tal es el caso de los metales alcalinos: 2.º en óxido; tal es el sulfuro de plomo: 3.º en oxisulfuros, como el sulfuro de antimonio: 4.º en metal y ácido sulfuroso, como el sulfuro de mercurio. El cloro trasforma los sulfuros anhidros en cloruros metálicos y en cloruros de azufre. El bromo y el iodo producen reacciones semejantes. El iodo se combina algunas veces con los sulfuros y produce iodosulfuros.

Muchos sulfuros, tales como los de plomo, de antimonio y de plata, son descompuestos por algunos metales, como el hierro. Este procedimiento se usa en las artes para la estraccion de algunos metales.

Usos y aplicaciones.—En las artes y en la medicina se emplean un gran número de sulfuros. Vamos á estudiar los mas principales.

Sulfuros de potasio.—Berzelius admite cinco sulfuros de potasio en proporciones definidas, y otros dos sulfuros, resultantes de la combinacion de los unos con los otros. En los sulfuros definidos, las cantidades de azufre estan entre sí como los números 1, 2, 3, 4, 5. Sus fórmulas son: SK, S^2K, S^3K, S K, S^5K.

Protosulfuro.—Se prepara haciendo pasar una corriente de hidrógeno sobre el sulfato potásico calentado al rojo en un tubo de porcelana. Se puede preparar fácilmente tomando una disolucion de potasa cáustica, haciendo pasar gas sulfhídrico hasta la saturacion en la mitad de la disolucion empleada, y añadiendo en seguida la otra mitad. Pero el mejor medio de prepararlo consiste en calentar hasta el calor blanco en crisoles embarrados fragmentos de sulfato potásico: resulta un protosulfuro cristalizado y trasluciente. Este sulfuro se funde antes del calor rojo; se disuelve en el alcohol y en el agua sin colorearlos, pero desarrollando mucho calor. Cuando está muy dividido, mezclado con carbon se puede inflamar en contacto del aire por la accion de la humedad atmosférica. Esta es la misma causa de la *inflamacion de muchos piróforos.* Una disolucion de protosulfuro de potasio, espuesta al aire, absorbe poco á poco el oxígeno, y pasa sucesivamente al estado de hiposulfito, sulfito y sulfato, sin depositarse azufre. El aire le restituye el oxígeno que el carbon le habia quitado. El cloro, el iodo y el bromo precipitan el azufre y forman cloruro, ioduro y bromuro. Los ácidos le descomponen con desprendimiento de gas sulfhídrico y sin precipitacion de azufre.

Sulfhidrato de protosulfuro de potasio, hidrosulfato de sulfuro.—El protosulfuro de potasio absorbe el gas sulfhídrico, y forma un gas susceptible de cristalizar. El sulfuro de potasio está combinado con el gas sulfhídrico en una proporcion tal, que estos dos cuerpos contienen igual cantidad de azufre. Se obtiene esta combinacion por la via seca haciendo calentar el potasio en gas sulfhídrico en esceso. Esta sal se prepara tambien por la via húmeda haciendo pasar el gas sulfhídrico por una disolucion de potasa hasta la saturacion; y evaporándola, evitando el contacto del aire. Por la evaporacion del líquido se obtienen cristales prismáticos incoloros, los cuales, cuando se calientan con azufre, pasan á un grado superior de sulfuracion, y dejan desprender el gas sulfhídrico.

Bisulfuro de potasio.—Se prepara este cuerpo disolviendo en el alcohol el sulfhidrato de protosulfuro de potasio, esponiendo el líquido al contacto del aire, hasta que se enturbie su súperficie, y evaporándole en el vacío.

Trisulfuro de potasio.—Se obtiene haciendo pasar un esceso de vapor de azufre sobre el carbonato de potasa calentado al rojo.

Cuadrisulfuro.—Si en la operacion precedente se sustituye el sulfato de potasa con el carbonato, se obtiene el *cuadrisulfuro.*

Per ó quintisulfuro de potasio (hígado de azufre).—Para obtenerle puro, se calienta el protosulfuro de potasio con un esceso de azufre. Pero ordinariamente se obtiene calentando el carbonato de potasa con un esceso de azufre: la combinacion empieza á efectuarse, aun al calor en que se funde el azufre; y el esceso de este se desprende con el ácido carbónico. Si se opera sobre cuatro átomos de carbonato de potasa, resultan tres átomos de persulfuro y un átomo de sulfato, que queda mezclado al sulfuro.

Este compuesto, así preparado, se conoce desde muy antiguo con el nombre de *hígado de azufre*. En medicina se emplea contra las enfermedades de la piel. Es de un color rojizo y delicuescente. Su disolucion acuosa espuesta al aire absorbe poco á poco el oxígeno, y deja depositar los $\frac{4}{5}$ del azufre que contiene, pasando sucesivamente al estado de hiposulfito, sulfito y sulfato. El gas sulfhídrico precipita el azufre muy dividido, y forma un sulfhidrato, accion inversa de la que ejerce el azufre cuando actua sobre un sulfhidrato alcalino. Los ácidos producen todos un desprendimiento de gas sulfhídrico y precipitacion de azufre, que está hidrogenado en ciertas circunstancias, como hemos espuesto en el artículo del polisulfuro de hidrógeno. El cloro, el iodo y el bromo obran sobre él, como sobre el protosulfuro. Los metales le quitan un esceso, resultando las mas veces sulfosales.

Sulfuros de sodio.—Se asemejan mucho á los sulfuros correspondientes al potasio; se emplean en medicina, particularmente contra las enfermedades de la piel. Se prefiere para este uso el *sulfhidrato de sosa*, que existe en muchas aguas sulfurosas naturales, tales como las de Bareges, etc.

Hidrosulfato de amoniaco.—Se produce por la destruccion de las materias que contienen á la vez el ázoe y el azufre en el número de sus elementos; es uno de los gases deletéreos é infectos que se desprenden de los lugares comunes. Se puede obtener saturando el amoníaco líquido por el gas sulfhídrico. Es un reactivo muy usado.

Protosulfuro de bario.—Se obtiene calentando fuertemente el sulfato de barita con carbon en un crisol de barro; este sulfuro es blanco, granujiento, cristalino, soluble en el agua caliente, y produce por el enfriamiento cristales brillantes é incoloros. Existen polisulfuros de bario que no han sido examinados.

Sulfuros de calcio.—Se procede á su preparacion como á la de los *sulfuros de bario*. El protosulfuro es blanco, opaco y poco soluble en el agua. Los *polisulfuros* empleados en medicina se obtienen haciendo hervir en el agua el hidrato de cal y un esceso de azufre.

Sulfuros de hierro.—Existen cinco sulfuros de este metal en proporciones definidas. Muchas de estas combinaciones exis-

ten en la naturaleza y se conocen con los nombres de *pirita*, *pirita marcial*, etc. Uno de ellos es un hermoso mineral que se llama *oro de asnos*, porque no es de ninguna utilidad, y los ignorantes le toman por una mina de oro.

SULFURO DE PLOMO (*galena*).—Es la mina de plomo mas abundante; cristaliza en cubos de un color gris azulado; su densidad es de 7,585. Se emplea con el nombre de *alquifol* en la fabricacion de ciertos vidrios y vidriados.

SULFUROS DE ESTAÑO.—Existen tres; el mas conocido es el persulfuro que se designa todavía con los nombres de *oro musivo*, *oro mosáico*, *oro de Judea*. Se presenta bajo la forma de escamas micáceas de un hermoso amarillo de laton; se emplea para frotar las almohadillas de las máquinas eléctricas.

SULFUROS DE COBRE.—El azufre se combina con el cobre en muchas proporciones para formar sulfuros de un color negro ó moreno. El protosulfuro se puede obtener fundiendo el cobre con el azufre.

SULFUROS DE MERCURIO.—Existen dos sulfuros de mercurio correspondientes á dos óxidos. El *protosulfuro* es negro y se obtiene precipitando una sal de protóxido por el gas sulfhídrico. El calor le descompone en mercurio y en bisulfuro; es descompuesto del mismo modo por la potasa que disuelve el deutosulfuro. Fórmula: $Hg^2 S$.

Deuto ó bisulfuro, sulfuro mercúrico, cinabrio, bermellon.—Este compuesto existe en la naturaleza; es la mina de mercurio mas abundante; pero se fabrica en las artes para obtener el *bermellon*, haciendo obrar 85 partes de mercurio sobre 15 de azufre. El sulfuro de mercurio es unas veces negro y otras rojo; se volatiliza sin fundirse á una temperatura poco elevada; cristaliza en prismas hexaedros. Es reducido por el hidrógeno, por el carbon y por un gran número de metales; tambien lo es por los álcalis y sus carbonatos. En el estado de bermellon es de un color rojo muy brillante. Fórmula: $Hg S$.

SULFURO DE PLATA.—Se puede preparar directamente combinando la plata con el azufre. Es de un color gris de plomo, blando, fusible, fácilmente cristalizable é indescomponible por el calor. La tostacion le descompone y el hidrógeno le reduce. El hierro y otros muchos metales, incluso el cobre, le descomponen por medio del calor. Los álcalis le descomponen en gran parte por la via seca. Se funde con la plata en todas proporciones. Fórmula: $Ag S$.

SULFUROS DE ARSENICO.—Existen cinco sulfuros de arsénico, pero solo dos merecen fijar nuestra atencion.

Súlfido hipoarsenioso (*rejalgar ó rubí arsenical*).—Se encuentra en la naturaleza bajo la forma cristalina; se obtiene haciendo fundir el azufre con un esceso de ácido arsenioso; resulta una masa trasparente de un hermoso color rojo de rubí. Una mezcla de dos partes de rejalgar, una de nitro y nueve de azufre componen el *fuego indiano*.

Súlfido arsenioso (*oropimente*).—Se obtiene precipitando una

disolucion de ácido arsenioso en el ácido clorhídrico por el gas sulfhídrico. Es un polvo amarillo, insoluble en los ácidos y descomponible por el ácido nítrico y el agua régia. Calentado en vasos cerrados se funde y se sublima; en vaso abierto, se quema con una llama azul pálida. Se encuentra en la naturaleza en masas compactas y compuestas de hojas amarillas, brillantes y flexibles. Es muy útil en la pintura, lo mismo que el rejalgar, con el cual se encuentra muchas veces mezclado.

Es necesario no confundir el oropimente nativo y el que se fabrica para las artes fundiendo el azufre con el ácido arsenioso. Este último contiene una gran porcion de ácido arsenioso libre y es muy venenoso. Los dos sulfuros naturales, que son insolubles, son menos dañosos.

Sulfuros de antimonio.—Aunque existen tres, solo nos detendremos en uno. El *protosulfuro, sulfuro antimónico*, ó mejor *súlfido hipoantimonioso* (antimonio crudo), se encuentra en gran cantidad en la naturaleza. Es de un color gris azulado, metálico, estremadamente quebradizo, un poco menos fusible que el antimonio metálico; cristaliza confusamente por el enfriamiento; es volátil, pero el calor le descompone parcialmente; se tuesta con facilidad y se trasforma en óxido sin formacion de sulfato. Calentado al calor rojo blanco con el carbono se produce sulfuro de carbono. Muchos metales, y aun la plata, le descomponen separando el antimonio metálico. Los ácidos le atacan mucho mas fácilmente que al antimonio; con el ácido clorhídrico se desprende gas sulfhídrico puro. Contiene ordinariamente arsénico. Es la mina de antimonio mas conocida. Fórmula: $Sb^2 S^3$.

Quermes y azufre dorado de antimonio.—En medicina se emplean dos preparaciones sulfuradas de antimonio, conocidas con el nombre de *quermes* y de *azufre dorado*. Se ha discutido mucho sobre la naturaleza de estas dos sustancias. Berzelius, en su gran trabajo sobre los sulfuros, los considera como sulfuros hidratados. Robiquet, Buchner y Henri, hijo, sostienen por el contrario, que son oxisulfuros hidratados. Gay-Lussac piensa que el quermes es un oxisulfuro, que retiene cierta cantidad de álcali, sustancia que no se le puede separar sino por continuas lociones. Rose parece haber demostrado en un trabajo posterior que estas dos preparaciones son sulfuros hidratados sin óxido combinado, y que los que se encuentran en el comercio estan casi siempre mezclados con óxido de antimonio y álcali, en proporciones variables. Es con efecto muy cierto que estas preparaciones difieren segun el procedimiento empleado para obtenerlas.

Quermes por la via húmeda y los carbonatos.—Este procedimiento indicado por Clusel es seguido por los farmacéuticos porque produce un quermes de un hermoso color y de propiedades medicinales muy enérgicas. Se hace hervir durante media hora en una caldera de fundicion 1 parte de sulfuro de antimonio pulverizado, 22 partes de carbonato de sosa cristalizado y 250 de agua; se filtra el líquido hirviendo y se recibe en reci-

pientes calientes (fig. 49). Se cubren y se dejan enfriar. Al cabo de 24 horas el quermes se ha depositado ya; se lava bien sin el contacto del aire con agua privada de él por la ebulicion, y se seca á una temperatura de 25°. Se conserva en vasijas cerradas.

Fig. 49.



El quermes preparado por los carbonatos alcalinos es lijero, aterciopelado, de color rojo purpúreo oscuro, brillante al sol, insípido, inodoro; se decolora poco á poco al contacto del aire, y concluye por formar un color blanco amarillento. Calentado en una retorta, se ennegrece y da agua lijeramente amoniacal; esta agua es debida á que absorbe con avidez el ázoe del aire.

Azufre dorado de antimonio.—Se da este nombre al precipitado formado por los ácidos en las aguas madres del quermes. Este precipitado es un polisulfuro hidratado y tiene un hermoso color rojo amarillento.

§ X. De las sales en general.

Qué cosa sea una sal.—Para que un metal pueda combinarse con los ácidos, es necesario siempre que esté en el estado de óxido. La combinacion que resulta de esta union lleva el nombre general de *sal*; pero como no solo los óxidos pueden combinarse con los ácidos, sino que tambien pueden verificar esta combinacion el amoniaco; los álcalis vegetales, la quinina, morfina, etc., se ha hecho estensivo el nombre de sal á estas combinaciones, y hoy se entiende por sal *el compuesto que resulta de la combinacion de un ácido con una base salificable.*

Considerando Berzelius que cuando se pone en contacto un hidrácido con un óxido metálico, se forma siempre un cuerpo binario, el cual posee las mismas propiedades y en la mayor parte de los casos las mismas reacciones que las sales, da al nombre de *sal* una estension mas general. De aquí proviene el dividir estas sustancias en dos órdenes: 1.° las sales binarias, y 2.° las sales ternarias.

Dando el nombre de *cuerpos halógenos* á los metalóides que combinándose inmediatamente con un metal, dan orígen á compuestos binarios que tienen las propiedades de sales; designa á estos con el nombre de *sales haloideas.*

El cloro, por ejemplo, es un cuerpo halógeno que combinándose con el sodio forma la sal marina, *sal haloidea*, que seria difícil no considerar como una sal.

Llama por el contrario *sales anfideas* las que resultan de la combinacion de dos cuerpos binarios, como un ácido con un óxido, un sulfuro básico con un sulfuro ácido, un seleniuro básico con otro ácido, etc.

Hecha esta manifestacion demostremos que las sales haloi-

deas se comportan como las demás sales, y tomemos por ejemplo el cloruro de sodio. En efecto, si le disolvemos en agua ó solamente le ponemos en contacto con una pequeña cantidad de ella, tratado por el ácido sulfúrico, producirá sulfato de sosa. Por otra parte, si se disuelve el cloruro de magnesio y se añade á esta disolucion la potasa ó la sosa, se forma un precipitado de óxido de magnesio. De estos esperimentos es necesario inferir que los cloruros ofrecen reacciones semejantes á las sales, pero solo cuando estan en presencia de una pequeña cantidad de agua. Estas propiedades han suscitado discusiones relativas á si esta clase de sales disueltas deben ó no considerarse como combinaciones de óxidos é hidrácidos; pero no se han originado mas contestaciones sobre la cúestion que hace referencia á si el agua descompone las sales haloideas y las trasforma en óxidos é hidrácidos, despues que ha sido probado que la sal marina, por ejemplo (suponiendo que el agua se descompone por la afinidad del metal para con el oxígeno y del cloro para con el hidrógeno, para formar clorhidrato de sosa), no podia yá considerarse cómo cloruro de sodio por la sola causa de la tension del agua en consecuencia de la evaporacion. Wilson ha suministrado una nueva prueba respecto á la disolucion en el agua de las sales haloideas como tales, examinando la accion del ácido brombídrico sobre el cloruro de oro.

Lo siguiente se aplicará mas bien á la sales anfideas oxigénadas, aunque en muchos casos se hará tambien aplicacion á las demás sales.

De la neutralidad de las sales.—Hemos visto al tratar de la nomenclatura que las sales eran *neútras*, *ácidas* ó *básicas*.

Qué se entiende por sal neutra, sal ácida y sal alcalina.—Por mucho tiempo se ha creido que una sal era neutra cuando su disolucion no enverdecia ni enrojecia el jarabe de violetas, que todas las que le enrojecian eran ácidas ó estaban en el estado de *sobresál*, y que las que le enverdecian eran alcalinas ó básicas. Pero este modo de determinar el estado de saturacion de una sal es rara vez exacto, y muchas veces se consideraba como sal ácida ó como sal básica una sal verdaderamente neutra. En efecto, la neutralidad es una propiedad relativa que depende de la afinidad del ácido para con el óxido, y se debe considerar como neutro el estado de saturacion cuando ambos pierden sus propiedades de ácido y de óxido.

Pero si en lugar de proceder así para determinar la neutralidad de una sal se distinguen segun su composicion, que como veremos está sometida á leyes muy notables, es evidente que se tendrá una manera segura para encontrar la neutralidad de una sal. En efecto, supongamos que tenemos un ácido enérgico, el ácido sulfúrico, y una base poderosa, la potasa: mezclando convenientemente estos dos cuerpos, llegará un punto en que la mezcla no tendrá accion sobre el jarabe de violetas. Entonces la combinacion será neutra, y la sal obtenida será el sulfato neu-

tro de potasa. Ahora, calentando este sulfato hasta el rojo oscuro con un esceso de ácido sulfúrico, se obtendrá una sal que enrojecerá el jarabe de violetas, y será el sulfato ácido ó bisulfato de potasa. Si se hace la análisis de estas sales, se encuentra que en el sulfato neutro la cantidad de oxígeno de la base es á la cantidad de oxígeno del ácido como 1 es á 3, y en el sulfato ácido como 1 es á 6. Puesto que se considera como neutra aquella en la que las proporciones son como 1 es á 3, es evidente que se podrán llamar sulfatos neutros todos los que ofrezcan esta composicion. Se llegará á determinar de la misma manera la neutralidad de todos los géneros de sales.

Clasificacion.—Las sales corresponden á una *especie* cuando estan formadas de las mismas bases y de los mismos ácidos, y se hallan en las mismas proporciones. Las *variedades* son determinadas segun la diferencia de la forma cristalina. Los *géneros* estan formados por la reunion de las especies, teniendo por principio comun el ácido ó el elemento electro-negativo. Las *familias* pueden estar formadas por la reunion de los géneros que tengan entre sí mucha relacion: así los cloruros, los ioduros, los bromuros y los fluoruros deberán formar una misma familia, y lo mismo los arseniatos, los fosfatos, los sulfatos, los seleniatos, etc.

PROPIEDADES FISICAS.—Todas las sales son sólidas, escepto el subfluoborato de amoniaco y el acetato de amoníaco, que son líquidos. Todas pueden tomar la forma cristalina. Su peso específico es mayor que el del agua, y depende en general de la naturaleza del óxido. Su color y su cohesion son muy variables. Su sabor es ordinariamente determinado por la naturaleza del óxido con la base; así las sales de plomo son azucaradas, las de quinina amargas, etc. Su olor es nulo: sin embargo, algunas sales amoniacales con esceso de base tienen un olor amoniacal; tales son los carbonatos neutro y sesquicarbonato de amoníaco.

COMPOSICION.—Todas las sales de un mismo género y en el mismo estado de saturacion estan compuestas de tal modo, que la cantidad de oxígeno del óxido es proporcional á la cantidad del ácido. Entre la cantidad de oxígeno del ácido y la del de la base existe una proporcion simple; de modo que el oxígeno del uno es múltiplo por un número entero del oxígeno del otro. Por ejemplo se sabe:

Que el carbonato de plomo está formado de: { ac. carbónico 100, que contienen 72,32 de oxígeno; protóxido de plomo 506,06, que cont. 36,29 de oxígeno;

Que el carbonato de sosa está formado de: { ac. carbónico 100, que contienen 72,32 de oxígeno; sosa 141,387, que contienen 36,15 de oxígeno.

Fijando la atencion sobre las cantidades de oxígeno de las bases y del ácido, se observa fácilmente la verdad de lo que dejamos sentado. Podemos ver aun que en los carbonatos el oxí-

geno del ácido es al de la base como 2 es á 1. Pero como los ácidos poseen la propiedad de combinarse con las bases, segun la ley enumerada en la página 14, resulta que en los bicarbonatos el oxígeno del ácido es al de la base como 4 es á 1, etc. Lo mismo puede decirse de todos los géneros de sales.

Resulta de lo dicho que las diferentes cantidades de bases salificables que se combinan con un ácido para formar un género de sales, deben estar en la misma proporcion que las que se unen á otro ácido para formar otro género de ellas. Si ponemos en contacto dos sales neutras capaces de descomponerse mutuamente, deben resultar dos nuevas sales en el mismo estado de saturacion. Esto se prueba con el ejemplo siguiente: supongamos el sulfato de sosa

Formado de	1 de ácido.		501,1
	1 de sosa	1 de sodio. . . .	290,9
		1 de oxígeno. .	100,0

y el azoato de barita

Formado de	1 de ácido.		677,0
	1 de barita	1 de bario. . .	856,9
		1 de oxígeno.	100,0

Debe observarse aquí, que como se necesita para 501,1 de ácido sulfurado una cantidad de óxido que contenga 100,0 de oxígeno, para 677,0 de ácido azóico una cantidad de óxido que contenga igualmente 100,0 de oxígeno, es evidente que cualquiera que sea la base que se combine con uno de estos ácidos, la sal resultante será neutra; pues que las cantidades de ácidos y óxidos estan en las proporciones necesarias para constituir una sal neutra. Ahora, es claro que 677,0 de ácido azóico pueden reemplazar á 501,1 de ácido sulfúrico y viceversa. Estas cantidades representan el número proporcional de los dos ácidos, lo mismo que 956,9 de barita y 390,9 de sosa son las cantidades que representan los *equivalentes* de las dos bases. Se funda en que pueden reemplazarse mutuamente para constituir una sal en igual grado de saturacion.

Se puede deducir de la precedente ley las dos consecuencias siguientes:

1.ª Conocida la composicion de los óxidos y la de una especie de sal de un género cualquiera, se puede determinar la de todas las especies de este género. En efecto, se sabe que el sulfato neutro de plomo está formado de 100 de ácido sulfúrico y de 279 de protóxido de plomo que contienen 20 de oxígeno: con solo reemplazar esta cantidad de óxido de plomo con otra de un óxido que contenga tambien 20 de oxígeno, es bastante para obtener la composicion de este nuevo sulfato. Sea, por ejemplo, el bióxido de cobre, del que como de este se necesitan para formar una sal neutra 99,13, se verá que el sulfato está formado de 100 de ácido y de 99,13 de óxido de cobre.

2.ª Con el auxilio de esta ley se puede llegar á conocer la cantidad de un óxido indescomponible. Supongamos que es la barita de la que se quiere saber la composicion. Será necesario empezar por combinarla con el ácido sulfúrico, y se verá que 100 de ácido necesitan 191,39 de barita. Ahora bien: se sabe que para formar un sulfato neutro, 100 de ácido sulfúrico exigen una cantidad de base que contenga 19,99 de oxígeno: dedúcese por consiguiente que los 191,99 de barita contienen 19,99 de oxígeno.

PROPIEDADES QUIMICAS.—*Accion del calor.*—Sometidas algunas sales á la accion del calor, se volatilizan sin descomponerse. Otras, por el contrario, son enteramente fijas; solamente que estas se funden en su agua de cristalizacion cuando la contienen, se desecan y esperimentan despues una nueva fusion que se llama *ignea*. En fin, otras se descomponen perdiendo su ácido, y además unas veces sobreoxidándose los óxidos, y otras, desoxidándose estos cuerpos. Esto es lo que sucede con las sales de las dos últimas secciones. Algunas veces el agua que contiene una sal está solo en el estado de interposicion; entonces el fuego, evaporando esta agua, rompe las partículas salinas, y produce un ruido particular que se llama *decrepitacion*.

Accion de una corriente voltáica.—Todas las sales, siempre que se encuentren húmedas ó disueltas, son susceptibles de descomponerse por una corriente voltáica. En este caso el metal se dirige al polo negativo, y el oxígeno y el ácido al polo positivo.

Accion del agua.—El agua disuelve un gran número de sales, y esta solubilidad depende de la afinidad de la sal para con el agua y de su cohesion. En general la solubilidad de las sales está en razon directa de la primera causa, é inversa de la segunda. Se observa que la ebulicion del agua de una sal se hace á una temperatura tanto mas elevada, cuanta mayor es la afinidad de la sal para el agua. Se puede, pues, graduar esta afinidad sumergiendo un termómetro en la disolucion hirviendo. Todas las sales que tengan por base la sosa, la potasa ó el amoniaco, son solubles á menos que contengan esceso de *ácido insoluble*. Igualmente se disuelven todas las sales con esceso de *ácido soluble*. En general las que tienen esceso de base son insolubles ó poco solubles, á no ser que la base lo sea.

Las sales son generalmente mas solubles en caliente que en frio, de donde se infiere que por el enfriamiento la disolucion debe abandonar una porcion de sal. Como esta separacion se hace progresivamente, las partículas de la sal se reunen por las caras que mejor les conviene, dando orígen á un agregado de partículas salinas que afecta la forma de *cristal*. El agua que queda despues de formados los cristales se llama *agua madre*.

Cuando el agua no disuelve ya una sal, se dice que está saturada; pero las mas veces puede disolver otra sal, y aun algunas veces esta segunda la comunica la propiedad de disolver mas porcion de la primera.

Poggiale ha hecho numerosas esperiencias sobre la solubili-

dad de las sales. He aquí las consideraciones generales con que termina su importante trabajo. «La solubilidad de las sales en el agua parece estar en razon directa de la afinidad química que ejercen sobre ella, y en razon inversa de su cohesion. La solubilidad es el resultado de una doble accion, la del agua y la del calórico; el calor obra igualmente destruyendo la fuerza de cohesion. «Se ve, dice Lavoisier, que hay una relacion necesaria entre estas tres cosas: solubilidad de una sal en el agua fria; solubilidad de la misma en el agua hirviendo, y el grado á que se liquida esta misma sal por el calórico solo ó por el concurso del agua. Se nota tambien que la solubilidad de una sal en caliente y en frio es tanto mas grande, cuanto mas soluble es por el calórico, ó lo que es lo mismo, que es susceptible de liquidarse á un grado inferior de la escala del termómetro.» La accion del calórico sobre las sales debe variar por la razon de que los cuerpos no se dilatan todos de la misma manera, y de que se liquidan á temperaturas diversas.

La disolucion de las sales en el agua es una verdadera combinacion que puede representarse por una fórmula atómica. El agua hace unas veces el papel de ácido, y otras el de óxido.

Se observa sin embargo que el agua no neutraliza las sales que tienen una reaccion alcalina ó ácida, y que por consiguiente las disoluciones salinas no son sino compuestos químicos que pueden compararse á las sales. Es necesario distinguir con Berthollet dos especies de saturacion: la primera es el equilibrio ó neutralizacion entre las propiedades opuestas de dos cuerpos; y la segunda es el término de la accion química que un cuerpo ejerce sobre otro, sin que queden destruidas las propiedades características de los dos cuerpos. Las disoluciones salinas pertenecen á esta segunda especie de saturacion.

Segun Poggiale, la solubilidad de las sales aumenta á medida que se eleva la temperatura. Sin embargo, no se nota siempre esta misma progresion. Así entre las sales estudiadas por Gay-Lussac y Poggiale, la solubilidad del cloruro de potasio, del cloruro de bario, del sulfato de magnesia anhidro, del sulfato de potasa, del sulfato de zinc, del sesquicarbonato de potasa; del sesquicarbonato de sosa, del bicarbonato de potasa y del bicarbonato de sosa, es proporcional á la temperatura y puede representarse por una línea recta. La solubilidad de las otras sales forma por el contrario una línea curva que sigue una marcha mas ó menos rápida.

Se puede decir de una manera general, que la solubilidad de las sales forma una línea recta, cuando son poco solubles; y una línea curva, cuando son muy solubles; sobre todo á una temperatura elevada, como el azoato de potasa y el alumbre.

Tres sales, el sulfato de sosa, el seleniato de la misma base y el sulfato de cal, son mas solubles á la temperatura ordinaria que á la de 100°. La solubilidad del sulfato de sosa y del sulfato de cal, aumenta hásta 33° en el primero y hasta 35° en el segundo, y va disminuyendo en seguida hasta el término de la ebu-

licion. El seleniato de sosa se asemeja al sulfato de la misma, en cuanto á las variaciones singulares que ofrece su solubilidad.

La disolucion de una sal en el agua se hace siempre con absorcion de calórico, el cual es tanto mayor cuanto mas soluble es la sal.

Si se mezcla hielo con una sal soluble, ambos se liquidarán, y esto se verificará robando mucho calórico á los cuerpos inmediatos. La produccion del frio es tanto mas grande, cuanto mayor es la combinacion y mas pronta la desaparicion completa de los dos cuerpos. Por medio de estas mezclas, que se llaman *mezclas frigoríficas*, se obtienen los mas intensos frios artificiales.

Mezclas frigoríficas.—Su uso se conoce desde muy antiguo. Al principio se servian del nitro para este objeto; en 1550 se refrescaba ya el vino en Roma por medio de esta sal. Bacon dijo en 1620 que se podia congelar el agua con el hielo y la sal. Hácia el año de 1660 se aplicaron las mezclas frigoríficas á la preparacion de los helados y sorbetes. Procopo puso en práctica este arte en París, y los helados se generalizaron tanto entre los parisienses, que en 1676 se contaban allí 250 establecimientos en que se despachaban helados. Valker fue el primero que consiguió congelar el agua en medio del estio, sirviéndose solo de las sales y ácidos diluidos, y en 20 de abril de 1787 consiguió congelar el mercurio.

He aquí las fórmulas mas sencillas de mezclas frigoríficas. Cinco partes de *clorhidrato de amoniaco*, 5 de *nitro* y 16 de *agua* producen un descenso de temperatura de 22°. Se puede emplear esta mezcla para helar las cremas y refrescar el vino y el agua.

Nieve ó hielo concuasado 2 partes; *sal* 1 parte. Se obtiene por esta mezcla una disminucion de temperatura de 15°. Es la mezcla frigorífica empleada ordinariamente en los laboratorios y en los cafés para hacer *helados* y *sorbetes*. Sin embargo, se obtiene mucho mejor reemplazando la sal por el *cloruro de potasio*.

Nieve 2 partes; *ácido sulfúrico diluido* 1 parte. Se obtiene así una temperatura muy baja. Esta mezcla se emplea en los laboratorios de química.

Sulfato de sosa cristalizado 4 partes; *ácido sulfúrico á* 41° 3 partes. Es la mezcla mas á propósito para hacer helados en el verano con la mayor economía.

Accion del aire.—Espuestas á la accion del aire, unas atraen la humedad que este fluido contiene y se vuelven liquidas; estas se llaman *sales delicuescentes*: otras por el contrario, pierden su agua y su trasparencia y se reducen á polvo; se llaman *eflorescentes*. Deberá observarse que en un aire saturado de humedad, todas las sales solubles son delicuescentes. En cuanto á las sales insolubles, no se alteran sino rara vez.

Accion del oxígeno.—Las sales formadas por algunos ácidos y óxidos de un grado inferior de oxidacion, pueden absorber el oxígeno; los sulfitos y los fosfitos por su ácido que se trasforma en ácido mas oxigenado; las sales de protóxido de hierro y esta-

ño por su óxido. Para que esta absorcion sea completa, es necesario que las sales esten disueltas ó humedecidas.

Accion de los metales.—Examinemos lo que sucede *cuando una sal es descompuesta por un metal.* El potasio y el sodio á una temperatura elevada y en seco, descomponen casi todas las sales. Algunas veces no descomponen sino el ácido de la sal, y otras el ácido y el óxido reduciendo el metal.

Si la sal está disuelta, los metales de la primera seccion descomponen el agua con preferencia á la sal, se oxidan y se unen al ácido de la sal precipitando la base. Cuando el metal pertenece á una de las cuatro últimas secciones, no tiene accion sobre las sales de las dos primeras. Sin embargo, puede obrar sobre una disolucion de las de la misma seccion que el metal, sustituyendo este al metal que contenia la sal, si el metal descomponente tiene mas afinidad para el oxígeno y el ácido que el de la disolucion. Así, el hierro precipita al cobre; el zinc precipita al plomo; el cobre precipita al mercurio, etc.

Lo mas notable en esta descomposicion, es que la cantidad de metal precipitado y la del metal que le sustituye, son siempre constantes y proporcionales; es decir, que si se toma la cantidad del metal precipitado y la del metal precipitante, se encuentra que aunque estas cantidades sean diferentes, son equivalentes. Resulta de lo dicho, que si la sal de la disolucion es neutra, la nueva sal será tambien neutra. Si se quiere reducir á cifras la cantidad de los dos metales, se verá por ejemplo para el cobre y el hierro, que 791,39 del primero son reemplazados en la sal por 339,21 de hierro. Ahora bien, siendo estas cantidades las que absorben 100 de oxígeno, resulta que las dos sales deben estar en el mismo estado de saturacion, si recordamos lo que hemos dicho relativamente á la composicion de las sales. Resulta todavía de esto, que 791,39 y 339,21 representan la *proporcion* ó el *equivalente químico* de estos metales. Si la disolucion se pone en contacto con el metal precipitante, sucede que el metal precipitado es en mayor cantidad que la que deberia ser. Mas en este caso acontece que depositándose el metal cubre por todas partes al metal precipitante, quitándole todo contacto con la disolucion salina. De esta accion resulta un elemento de la pila que continúa la descomposicion; y esto es lo que sucede en las cristalizaciones llamadas *árbol de Diana* y *árbol de Saturno.*

Arbol de Saturno.—La cristalizacion metálica mas notable es la que se produce cuando se pone en contacto una lámina de zinc en una disolucion de acetato de plomo. Para obtenerle se toma agua que contenga en disolucion la 30ª parte de su peso de esta sal: se llena casi enteramente un frasco de cuello largo, capaz de contener unos tres litros; se sumerge en la parte superior de esta disolucion, por ejemplo, á tres cuartas partes de su altura, una lámina de zinc suspendida del tapon del frasco por medio de hilos de laton, y se tiene cuidado de hacer descender algunos de estos hilos, mucho mas abajo de la lámina. El zinc y los hilos se recubren de cristales aciculares de plomo, muy bri-

llantes y tan numerosos que concluyen por llenar casi el frasco. La esperiencia no termina ordinariamente sino al cabo de algunos dias.

Arbol de Diana.—Otra cristalizacion metálica de que se han ocupado mucho en otro tiempo, es la que se produce con el mercurio y el nitrato de plata. A este efecto se colocan 15 á 20 gramos de mercurio en una campanita, y se vierte sobre él 50 á 60 gramos de disolucion de nitrato de plata que contenga de 7 á 8 gramos de sal: se cubre la vasija y se abandona á sí misma. La plata se precipita al cabo de algunos dias bajo la forma de pequeños cristales brillantes. Estos cristales se combinan con una pequeña cantidad de mercurio, y se colocan de manera que forman un gran número de ramas cuya altura es algunas veces de muchos milímetros. Esta cristalizacion se conocia en otro tiempo con el nombre de *árbol de Diana*; porque parece una especie de vegetacion, y porque entónces se llamaba á la plata *diana*. En esta época el plomo se denominaba *saturno*, y por la misma razon se dió el nombre de *árbol de Saturno* á la cristalizacion precedente.

Entre los metales unos son precipitados bajo la forma de polvo negro; tales son el antimonio, el arsénico y el paladio: otros son precipitados con su brillo metálico; tales son particularmente el plomo, el cobre, el mercurio y la plata. El cobre se precipita en láminas, y la plata en copos muy lijeros y muy brillantes compuestos de una multitud de cristales pequeños.

ACCION DE LOS ACIDOS Y DE LAS BASES SOBRE LAS SALES.—ACCION DE LAS SALES UNAS SOBRE OTRAS.—Berthollet es el primero que ha estudiado de una manera filosófica la accion de los ácidos y de las bases sobre las sales y la accion de las sales unas sobre otras. Espondremos esta parte importante de la historia de las sales segun Chevreul, cuyas descripciones no dejan nada que desear por su precision y exactitud.

ACCION DE LOS ACIDOS SOBRE LAS SALES.—*El ácido puesto en contacto con la sal es idéntico al de esta.*—Puede suceder: 1.° que no haya accion; ejemplo, ácido silícico y silicato de cal en frio: 2.° que haya una simple disolucion, sin que se pueda decir que hay combinacion definida; ej. el ácido nítrico hidratado y el nitrato de potasa: 3.° que haya produccion de una sobresal, si la sal empleada era neutra ó con esceso de base; ej. el ácido sulfúrico y el sulfato neutro de potasa: 4.° que haya produccion de una sal neutra, si la sal empleada era con esceso de base; ej. el ácido carbónico y el subcarbonato de potasa.

El ácido puesto en contacto con la sal es diferente del de esta.—Puede suceder: 1.° que no haya accion: 2.° que haya combinacion, es decir, que una sal muy estable sea disuelta sin descomponerse por un ácido mucho mas débil que el suyo: 3.° que haya sobreoxidacion del ácido ó de la base sin que estos cuerpos se separen al menos totalmente; ej. sulfito de barita convertido en sulfato de peróxido por el ácido nítrico: sulfato de protóxido de hierro convertido en sulfato de peróxido por el ácido nítrico:

en el primer ejemplo, no cambia la neutralidad de la sal, y en el segundo hay mas peróxido de hierro producido del que el ácido sulfúrico puede neutralizar; y 4.º que haya descomposicion.

Nosotros no admitimos que *cuando una base alcalina está en disolucion en un líquido y en presencia de dos ácidos cuyas proporciones son tales, que cada uno la neutralizaria por sí solo, se divide igualmente entre ellos, escepto los casos en que la afinidad de uno de estos ácidos es mucho mas fuerte que la del otro.* Admitimos en conformidad á este principio sentado por Berthollet que cuando un ácido espulsa á otro de una base á que estaba unido para colocarse en su lugar, es, salva la espresion precitada,

1.º *Que el ácido espulsante es mas fijo ó menos espansible que el otro, ó si los dos ácidos son gaseosos y poco solubles, que la proporcion del ácido espulsante es mucho mayor que la del otro*; ej. carbonato de sosa y ácido nítrico: 2.º *que el ácido espulsante forma con la base un compuesto insoluble ó menos soluble que el ácido espulsado*; ej. nitrato de barita y ácido sulfúrico: 3.º *que el ácido espulsado es insoluble ó poco soluble, mientras que el ácido espulsante forma con las bases un compuesto soluble;* ej. borato de sosa y ácido sulfúrico.

ACCION DE LAS BASES SOBRE LAS SALES.—*Una base salificable puesta en contacto con una sal es idéntica á la de esta.*—Puede suceder: 1.º que no haya accion; ej. cal y silicato de cal en frio: 2.º que haya una simple disolucion sin que se pueda decir que hay combinacion; ej. disolucion de potasa y nitrato de potasa: 3.º que haya produccion de una subsal, si la sal empleada era neutra ó con esceso de ácido; ej. nitrato de plomo neutro y protóxido de plomo: 4.º que haya produccion de una sal neutra, si la sal tenia esceso de ácido; ej. bisulfato de potasa y potasa.

Una base salificable puesta en contacto con una sal es diferente de la de esta.—Puede suceder: 1.º que no haya accion; ej. sulfato de barita y de amoníaco: 2.º que haya combinacion, ó mas bien una simple disolucion: 3.º que haya descomposicion.

Segun la reciprocidad de la accion química entre los cuerpos que se combinan, es natural admitir para la reaccion de dos bases sobre un ácido que estan en disolucion en un líquido, el principio de Berthollet sobre la division de una base entre dos ácidos que estan en las mismas circunstancias. Hay sin embargo escepcion en esta regla, siempre que la afinidad de una de las bases es mucho mayor que la de la otra. Admitimos conforme á este principio, que cuando una base espulsa á otra de un ácido al que está unida para ocupar su lugar (salva la espresion precitada), sucede: 1.º *que la base espulsante es mas fija ó menos espansible que la otra*: 2.º *que la base espulsante forma con el ácido un compuesto soluble, ó menos soluble que la base espulsada*: 3.º *que la base espulsada es insoluble ó poco soluble; mientras que la base espulsante forma con el ácido un compuesto soluble.*

ACCION MUTUA DE LAS SALES.—Cuando se mezclan dos sales susceptibles de obrar una sobre otra, se presentan en general

dos casos diferentes: 1.º las dos sales se unen para formar una sal doble: 2.º las dos sales se descomponen.

Dos sales forman una sal doble.—Citaré las sales de magnesia y de amoniaco, y el sulfato de alúmina, que forman sulfatos dobles con los de potasa, amoniaco, sosa, protóxido de hierro, etc. El sulfato de niquel y el sulfato de cobalto tienen una disposicion análoga. Estas combinaciones pueden efectuarse por la via húmeda. Berthier ha formado últimamente una tabla estensa de las sales que pueden combinarse por la via seca.

Las sales formadas de bases y de ácidos diferentes se descomponen mutuamente. Consideraremos: 1.º *la accion mutua de las sales por la via seca*: 2.º *la accion mutua de las sales disueltas en un mismo líquido*: 3.º *la accion mutua de las sales solubles y de las insolubles.*

1.º *Accion mutua de las sales por la via seca.*—Cuando dos sales de diferentes géneros y bases se esponen á un calor que suponemos insuficiente para desnaturalizar sus bases y sus ácidos, *habrá en general mutua descomposicion si el ácido de una forma con la base de la otra una sal mas volátil que las primitivas.* Así sucede, por ejemplo, calentando una mezcla de *hidroclorato de amoniaco y de subcarbonato de cal*, el ácido carbónico se une al amoniaco para formar una sal muy volátil, y el ácido hidroclórico obra sobre la cal, dando orígen á un compuesto volátil, el agua, y á un compuesto fijo, el cloruro de calcio. La diferente fusibilidad de las sales es muchas veces suficiente para determinar descomposiciones semejantes. Los subcarbonatos de potasa y sosa descomponen por la via seca todas las sales insolubles.

2.º *Accion mutua de las sales solubles disueltas en un mismo líquido.*—Berthollet ha descubierto una ley muy importante, que permite prever los resultados que presentarán dos disoluciones salinas, cuando se mezclen luego que se conozca la solubilidad respectiva de las sales mezcladas y la de los compuestos que puedan resultar de su descomposicion mutua. Esta ley es la siguiente: *La descomposicion mutua de dos sales disueltas en un líquido se verifica siempre que el ácido de la una forme con la base de la otra un compuesto menos soluble que las sales mezcladas.* Así es que: 1.º el sulfato de sosa descompone el nitrato de barita: 2.º el sulfato de alúmina descompone el acetato de plomo: 3.º el subcarbonato de amoniaco descompone el hidroclorato de cal, que es el resultado inverso del que hemos observado cuando se calienta una mezcla de hidroclorato de amoniaco y subcarbonato de cal.

Esta ley es tambien aplicable cuando las sales son solubles, pero con desigualdad, y cuando se puede evaporar su disolucion de manera que se obtengan cristales. *Los ácidos y las bases reaccionan de manera que producen siempre segun las circunstancias en que se opera el compuesto menos soluble.* El ejemplo mas sorprendente de este fenómeno es la solucion del sulfato de magnesia y del hidroclorato de sosa. Si esta solucion se concen-

tra por la ebulicion, el cloruro de sodio se separa y se obtiene por el enfriamiento sulfato de magnesia. Si se hace enfriar el líquido suficientemente concentrado, se obtienen por el contrario cristales de sulfato de sosa, y en el agua madre hidroclorato de magnesia. De todas las combinaciones posibles entre el ácido sulfúrico, el ácido hidroclórico, la magnesia y la sosa, el sulfato de sosa es el menos soluble en el agua á algunos grados bajo cero. Este es un ejemplo notable que palpablemente prueba la influencia de las circunstancias en la determinacion de los cuerpos en union mas bien en un órden que en otro.

3.° *Accion mutua de las sales solubles y de las insolubles.*— Se puede establecer con Dulong el principio de que *hay descomposicion entre una sal insoluble y una sal soluble en el agua siempre que el cambio de los principios inmediatos de estas sales pueda dar orígen á una sal insoluble, cuya cohesion sea mayor que la del primero.* Si se tuviese una tabla en que estuviesen colocadas las sales insolubles por el órden de su cohesion, seria fácil prever el caso en que habria descomposicion recíproca entre una sal insoluble y otra soluble. Desgraciadamente no existe una tabla semejante; pero su ejecucion no presentaria ninguna dificultad, si se procediese en conformidad á la serie de observaciones que han sido indicadas por Dulong en una memoria. Segun la influencia que la insolubilidad ejerce sobre la colocacion de los ácidos y de las bases salificables que reaccionan con el agua, no es estraño *que haya descomposicion cuando una sal soluble y otra insoluble pueden dar orígen á dos sales insolubles.* Existen dos casos muy notables en la reaccion de las sales solubles é insolubles: 1.° el de los carbonatos de potasa y de sosa sobre las sales insolubles: 2.° el de las sales solubles de potasa y de sosa sobre los subcarbonatos insolubles. Dulong ha enunciado dos leyes que vamos á presentar sucesivamente.

PRIMERA LEY.—*Cuando los carbonatos ó subcarbonatos de potasa ó sosa reaccionan en el agua hirviendo sobre sales insolubles susceptibles de formar subcarbonatos insolubles, la descomposicion de los subcarbonatos alcalinos no es jamás completa; mientras que la de la sal insoluble puede serlo siempre que haya un esceso de subcarbonato soluble.*

SEGUNDA LEY.—*Los subcarbonatos insolubles hervidos con sales solubles, cuyo ácido pueda formar con su base sales insolubles, son completamente descompuestos; pero cuando las sales solubles son á base de potasa ó de sosa, la descomposicion de estas sales no es jamás completa, cualquiera que sea el esceso del subcarbonato insoluble.*

Cuando la sal soluble es á base de amoníaco, el subcarbonato de amoníaco producido se desprende y no queda nada en el líquido. Lo mismo sucede cuando la sal soluble es á base insoluble; es decir, que su base es susceptible de formar un subcarbonato insoluble. En fin, las anomalías de esta ley son poco numerosas.

ESTADO NATURAL.—Muchas sales se encuentran en la na-

turaleza; pero la mayor parte son producto de la química.

PREPARACION.—Para preparar las sales se siguen muchos procedimientos; pero los principales pueden reducirse á cinco.

1.° Combinando directamente un ácido con un óxido.

2.° Tratando los carbonatos por los ácidos.

3.° Tratando un metal por un ácido, ya en frio, ya en caliente.

4.° Empleando la via de las dobles descomposiciones.

5.° En fin, para obtener sales con esceso de base, vertiendo una disolucion de potasa, sosa ó amoníaco en esceso en la solucion salina.

Usos y aplicaciones.—Se emplea un gran número de sales en las artes, en la industria y en la medicina. Vamos á tratar á continuacion de los géneros de sales que contienen las especies mas empleadas.

§ XI. De las sales que tienen un uso mas frecuente.

CLORUROS. (*Hidrocloratos, Muriatos*).—Los cloruros producen diferentes fenómenos cuando se esponen á la accion del fuego. Los cloruros de oro, platino y rodio se descomponen completamente; otros, como el bicloruro de cobre, pasan á un estado menor de *cloruracion*. En fin, algunos se funden, como los cloruros alcalinos, etc. Muchos son volátiles.

El agua disuelve la mayor parte de los cloruros; pero algunos, como los de los metales acidificables, la descomponen, dando orígen á ácido clorhídrico y á un ácido metálico. El cloruro de plata, el protocloruro de mercurio, etc. son completamente insolubles.

El ácido sulfúrico los descompone desprendiendo ácido clorhídrico, y formando un sulfato. El ácido azóico los descompone en parte y forma agua régia.

Caracteres genéricos.—Siempre que una sal tratada por el ácido sulfúrico haga efervescencia, produciendo además vapores siempre blancos y picantes, que tratada por el bióxido de manganeso y el ácido sulfúrico produzca desprendimiento de cloro, y disuelta, si es susceptible de ello, y tratada por el azoato de plata forma un precipitado cuajado, soluble en el amoníaco é insoluble en el ácido azóico, se dirá que esta sal es un *cloruro*.

Los cloruros estan siempre compuestos de tal modo, que corresponden á los óxidos del mismo metal; de donde resulta que dos átomos de cloro equivalen á uno de oxígeno, y que un cloruro que corresponde á un protóxido formado de un átomo de oxígeno debe contener dos de cloro$=R\,Cl^2$.

Nos ocuparemos solamente de los cloruros mas usuales.

CLORURO DE SODIO. (*Sal marina, sal comun, hidroclorato de sosa*, etc.)—El uso de esta sal data desde las primeras edades. Dios al crear al hombre le dió la sal y los frutos de la tierra. No existe producto mineral mas universalmente esparcido y mas útil á los animales; les es casi tan indispensable como el aire

que respiran. Se cree generalmente que la sal marina solo se emplea como condimento, y que se podria fácilmente pasar sin ella. Este es un error grave; la sal es uno de los *agentes indispensables* para la nutricion. Bajo la influencia de los aparatos que funcionan á la manera de pilas, y que se encuentran en la economía animal, la sal marina se descompone en ácido clorhidrico, que se produce en el estómago, y que es *absolutamente necesario* para disolver los alimentos sólidos, y en sosa, que combinada con el ácido carbónico, desempeña un papel interesante en los fenómenos de la vida. Lo repetimos, para popularizar bien esta gran verdad: *el hombre y los animales no podrian subsistir largo tiempo, si se les privase completamente de la sal.*

Estado.—La sal se encuentra en la naturaleza bajo dos estados, ya en capas mas ó menos considerables en el seno de la tierra, ya en disolucion en la mayor parte de las aguas y particularmente en las del mar. Existen minas de sal gema en casi todos los paises; pero las mas célebres en Europa son las de Wielicszka y Bochnia, cerca de Cracovia, las cuales se estienden hasta Moldavia. Se descubrieron á mediados del siglo XIII, bajo el reinado de Boleslao V, rey de Polonia; y desde esta época estas salinas han sido un manantial inagotable de riqueza. Tienen una longitud de mas de 100 miriámetros, y su latitud es algunas veces de 40 miriám. Se esplotan actualmente á una profundidad de mas de 400 metros, y cerca de 65 bajo el nivel del mar. La cantidad de sal estraida de estas minas desde su descubrimiento asciende á 600.000,000 de quintales. En Francia solo se conoce una mina de sal gema, que es la de Vic, en el departamento del Meurthe, descubierta en 1819.

Cuando no se encuentra la sal en estado sólido, es necesario sacarla por la evaporacion de las aguas de mar ó de muchos manantiales salados que existen en casi todos los paises del mundo y que la contienen en grandes cantidades. En el mediodia de Europa se hace llegar el agua de mar á unos parajes llamados *saladares* ó *salinas*, en donde se evapora el agua por el calor del sol. En el Norte se evapora el agua de las fuentes saladas por la accion del fuego; pero antes se obtiene á cierto grado de condensacion, elevándola á grandes alturas, desde donde se hace caer sobre haces de leña. Se esparce así sobre una gran superficie, y se evapora rápidamente. Se concluye la evaporacion en vasos de hierro. La sal es un producto muy barato en las salinas; 100 kilógramos cuestan solo un real.

La *sal gris*, además de las materias terrosas que la coloran, contiene cloruros de calcio y de magnesio que la hacen delicuescente, como asimismo sulfato de cal y de magnesia. Esta se purifica calcinándola. Se descompone así el cloruro de magnesio que se encuentra en la mezcla, se hace disolver en agua, se filtra, se evapora y se obtiene la sal blanca.

La sal marina es casi tan soluble en frio como en caliente, de suerte que no cristaliza por el enfriamiento, sino por una evaporacion prolongada. A 0° el agua disuelve un poco mas que

á + 14°; á—10° se obtiene una disolucion saturada de cristales hexágonos, que contienen 51,59 de agua por 100.

La sal marina cristaliza en cubos sin agua; pero evaporada en vasos de plomo, lo hace en agujas prismáticas. Cuando se arroja sobre el fuego la sal cúbica decrepita á causa del agua interpuesta.

Esta sal es blanca, de un sabor agradable para muchos animales, y que es característico; es inalterable al aire á no ser que contenga sales que la hagan delicuescentes; solo contiene agua en estado de interposicion, por cuya causa decrepita cuando se calienta al calor rojo; si la temperatura es mas elevada entra en fusion y se volatiliza. Su fórmula es $Na\ Cl^2$.

Usos y aplicaciones.—Todos conocen los usos de la sal marina. En química sirve para preparar el cloro, etc.; en las artes para obtener la sosa artificial, el ácido clorhídrico, los hipocloritos, etc.

La esplotacion de sal produce sumas inmensas al tesoro público. El principal argumento de los defensores de este derecho es que su percepcion es muy fácil, y que ella no suscita reclamacion de ninguna especie. Pero el legislador no deberá nunca perder de vista que este impuesto carga mas bien sobre el pobre que sobre el rico; que toca á un objeto, sin el cual el hombre no puede pasar, y que su elevado precio perjudica al desarrollo de la agricultura, á la cria de los animales domésticos en general, y á la del caballo en particular. Si se comparase atentamente el estado de la raza de estos animales en las naciones donde la sal es libre de derechos, con las de aquellas en que está gravada y monopolizada esta produccion, se observaria muy luego que este impuesto es ruinoso, pues que es necesaria la introduccion de caballos por un valor casi equivalente al que da el fatal monopolio de la sal.

Agua de mar.—Es un líquido trasparente, de un lijero olor, de sabor salado, amargo y nauseabundo, y de una densidad de 1,028. Ha sido analizada por muchos químicos: segun Marcet, 500 partes de agua de mar contienen 13,30 de sal marina, 2,33 de sulfato de sosa, 0,616 de hidroclorato de cal, y 2,577 de hidroclorato de magnesia. Gay-Lussac ha probado que en el Océano atlántico la proporcion de sal marina varía entre $3,\frac{48}{100}$ y $3,\frac{77}{100}$. Balard ha descubierto últimamente en el agua de mar el bromuro de magnesio. Se encuentran, en fin, restos de hidriodatos y principios orgánicos, cuya presencia parece ser debida á la descomposicion de los vegetales y animales que viven en ella.

Administrada interiormente el agua de mar, tiene una accion irritante bastante enérgica, y á la dosis de uno á cuatro vasos obra como purgante, ocasionando vómitos las mas veces; administrada en mas corta cantidad, se dice que ha producido buenos

resultados en el tratamiento de ciertas afecciones cutáneas, escrofulosas, etc.

Se prescriben con frecuencia los baños de mar, que ofrecen una accion tónica muy marcada: producen buenos efectos en las afecciones escrofulosas, ingurgitaciones articulares, raquitismo, clorosis y en ciertas enfermedades nerviosas. Se emplean con ventaja como medio preservativo, para precaver las deformidades de estatura y para consolidar las curaciones obtenidas por los medios mecánicos. En fin, estos baños son útiles para combatir la constitucion linfática de los niños, y los diversos accidentes que dependen de una astenia local ó general.

El capitan Freycinet, en su viaje al rededor del mundo, se procuró agua potable para el servicio de su tripulacion, *destilando el agua de mar*, y abandonando el agua destilada por espacio de 15 ó 20 dias á la accion del aire. Este líquido perdia poco á poco su sabor desagradable y venia á asemejarse á la del rio. Ultimamente se han construido aparatos destilatorios que obran por sí solos utilizando el calor perdido en la cocina de la tripulacion.

Cloruro de bario.—Esta sal es acre muy picante, venenosa, inalterable al aire, soluble en el agua, mas en caliente que en frio, y que cristaliza por enfriamiento en prismas de cuatro caras muy anchas y de poco diámetro. Espuesta al fuego decrepita y se funde. Puesta en contacto con agua que contenga la mas pequeña cantidad de un sulfato, ocasiona un precipitado blanco de sulfato de barita. Fórmula: $Ba\ Cl^3$.

Se prepara haciendo una mezcla de barita y de cloruro de calcio, calcinándola y tratándola despues por el agua hirviendo. Esta disuelve el cloruro de bario formado, el cual cristaliza despues de evaporar la disolucion. Es necesario evitar el prolongado contacto con la mezcla calcinada, porque de otro modo se volverá á formar sulfato de barita.

Usos.—En medicina se emplea contra las escrófulas y tumores blancos, y en química como reactivo.

Cloruro de calcio.—Es acre muy picante, amargo, muy delicuescente, lo que hace que se emplee para desecar los gases. Calentado en un crisol, se funde y produce un sólido, que frotado aparece luminoso en la oscuridad, y se llama *fósforo de Hombèrg.*

Se obtiene tratando el carbonato de cal por el ácido clorhídrico, y evaporando el líquido que resulta. Se calcina en seguida para obtenerle seco, y á propósito para absorber la humedad.

Usos y aplicaciones.—Se emplea en estado seco para desecar los gases, y en el de disolucion para contener los incendios.

Cloruros de estaño.—El *bicloruro de estaño* ($Sn\ Cl^4$) anhidro es líquido, trasparente, muy limpio, muy volátil, de un olor picante é insoportable, de un sabor muy cáustico. Espuesto al aire se evapora y esparce un humo espeso. Puesto en contacto con poca agua, cristaliza produciendo un pequeño ruido, y despren-

diendo calor debido á su avidez por el agua. En mayor cantidad este líquido se disuelve enteramente.

Se obtiene haciendo pasar una corriente de cloro por una disolucion de protocloruro de estaño, y concentrando el líquido. Se puede preparar directamente tratando el estaño con el agua régia.

El *protocloruro de estaño* ($Sn\ Cl^2$) se presenta en agujas blancas de un sabor estíptico, mas soluble en caliente que en frio, cristaliza en gruesos octaedros si la disolucion está poco concentrada, roba el oxígeno á una porcion de cuerpos, y pasa al estado de oxicloruro insoluble.

En estado de hidrato se obtiene tratando el estaño puro en granalla por el ácido clorhídrico líquido, y evaporando el líquido.

Usos, aplicaciones.—Esta sal se emplea en las fábricas de telas pintadas para quitar ciertos colores. Sirve para la preparacion del precipitado purpúreo de Cassius. En cuanto al tinte de escarlata, se prefiere como mordiente el bicloruro de estaño.

Protocloruro de antimonio. (*Manteca de antimonio*).—Es blanco, semitrasparente, muy cáustico y de aspecto untuoso. Se funde á un calor inferior al del agua hirviendo, y cristaliza en tetraedros por el enfriamiento. Espuesto á un calor mas bajo que el rojo se volatiza. Al aire se liquida absorbiendo la humedad que contiene este fluido. En contacto con el agua en gran cantidad, resulta un precipitado blanco de protóxido de antimonio, y un líquido que contiene ácido clorhídrico y protocloruro no descompuesto. Se puede obtener directamente combinando el cloro con el antimonio. Pero el procedimiento mas empleado en el dia consiste en tratar el sulfuro de antimonio por el ácido clorhídrico; se forma ácido sulfhídrico y cloruro de antimonio que queda disuelto. Se concentra el líquido y se destila para obtener el protocloruro.

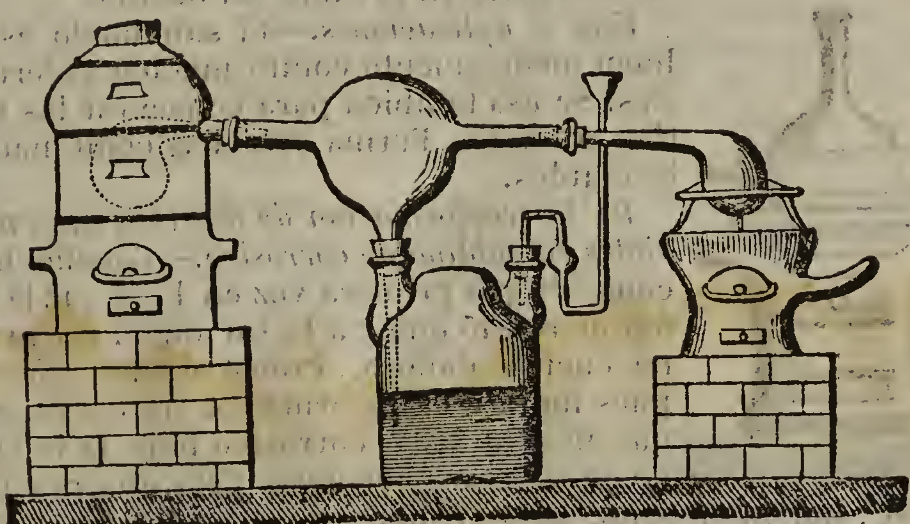
Usos, aplicaciones.—Se emplea para broncear los metales, para obtener el *oxicloruro de antimonio* (polvos de Algaroth), que se prepara echando la manteca de antimonio en ocho veces su peso de agua. En medicina sirve para cauterizar.

Cloruro de mercurio. (*Protocloruro* ($Hg\ Cl$), *Mercurio dulce, Calomelanos, Panacea mercurial.*)—Esta sal es blanca, insípida, volátil sin descomponerse, inalterable al aire, insoluble en el agua, cristalizable por via de sublimacion en prismas cuadriláteros. La luz la ennegrece, no se disuelve en el ácido clorhídrico, pero sí en el cloro pasando al estado de bicloruro. Puesta en contacto con una disolucion alcalina, se ennegrece y trasforma en óxido de mercurio.

El protocloruro de mercurio se prepara por doble descomposicion, vertiendo una disolucion de azoato de protóxido de mercurio sobre una disolucion de cloruro de sodio, y lavando despues el precipitado. Este protocloruro se llamaba en otro tiempo *precipitado blanco*. Se prepara tambien sublimando una mezcla de sulfato de protóxido de mercurio y de sal marina, ó bien triturando partes iguales de mercurio y de bicloruro del mismo metal, y sublimando la mezcla.

El procedimiento que se emplea para obtener el protocloruro de mercurio en un estado muy dividido es el siguiente: se coloca la mezcla íntima de bicloruro de mercurio y mercurio en una retorta de barro colocada en un horno de reverbero, y se calienta: el vapor de protocloruro llega al balon que se halla sobre el frasco bitubulado al mismo tiempo que el vapor de agua que se produce en una retorta de vidrio. La disposicion del aparato (fig. 50) demuestra el modo de conducir esta operacion, que suministra los *calomelanos al vapor*, los cuales se deben lavar con cuidado para privarlos del sublimado corrosivo que pudieran retener.

Fig. 50.



Soubeiran ha demostrado que se podian obtener fácilmente los calomelanos al vapor, haciendo llegar el vapor de la mezcla á una pequeña cámara exactamente cerrada y operando de la misma manera que cuando se tratan de preparar las flores de azufre.

Los fabricantes ingleses no nos habian hablado del vapor sino para ocultarnos su procedimiento y vendernos su producto.

Usos.—Se emplea como purgante y vermífugo; obra con mucho menos energía que el sublimado.

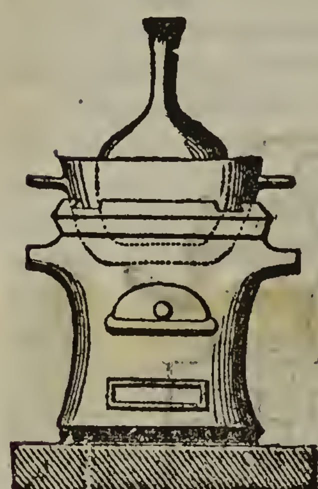
Bicloruro, sublimado corrosivo ($Hg\ Cl^2$).—Es blanco, inalterable al aire; de un sabor estíptico muy desagradable y sumamente venenoso, aun en dosis muy pequeñas. Se volatiliza sin alterarse, y entonces cristaliza en pequeñas agujas prismáticas. Este vapor tiene por carácter blanquear una lámina de cobre cuando se condensa en ella. El agua disuelve $\frac{1}{20^o}$ á la temperatura ordinaria y $\frac{1}{3}$ á la de la ebulicion.

El alcohol y el éter le disuelven tambien.

La albúmina y el glúten se combinan instantáneamente con el bicloruro de mercurio. Por esta propiedad se aconseja la administracion de estas sustancias en los casos de envenenamiento por dicha sal, pues forma con ellos una combinacion, la cual es infinitamente menos venenosa que el bicloruro de mercurio.

Se obtiene esta sal calentando en matraces una mezcla íntima de cuatro partes de sal comun, de una parte de bióxido de manganeso y de cinco partes de sulfato de bióxido de mercurio. La reaccion se establece muy luego, y el bicloruro formado se sublima en la parte superior del matraz (fig. 51). El residuo es sulfato de sosa y de manganeso menos oxidado. Es de notar que el manganeso solo se emplea para trasformar las porciones de protóxido de mercurio en bióxido del mismo.

Fig. 51.



Usos y aplicaciones.—El sublimado es muy buen medicamento contra muchas enfermedades. Se usa tambien para conservar las materias animales. Forma con ellas combinaciones insolubles.

De la trasformacion de diversas sales mercuriales en sublimado corrosivo.—Capelle ha reconocido por primera vez en 1763 que la union del mercurio dulce á la sal amoníaco produce un cuerpo dañoso. Proust algunos años despues indicó la trasformaciou de los calomelanos en sublimado corrosivo bajo la influencia de los cloruros alcalinos. Esta observacion de Proust, tan interesante bajo el punto de vista médico, reproducida apenas en muchas obras, apenas habia fijado la atencion de los médicos. Ultimamente un envenenamiento acaecido en Alemania, á consecuencia de la administracion de algunos granos de calomelanos unidos con la sal de amoníaco, condujo á Péten Koffer á confirmar de nuevo por esperiencias directas la produccion de sublimado corrosivo en estas circunstancias.

Resulta de nuevas observaciones hechas por Mialhe, que todas las preparaciones mercuriales usadas en medicina reaccionan sobre las disoluciones de los cloruros alcalinos solas ó con el concurso del aire, produciendo cierta cantidad de sublimado corrosivo, ó mejor dicho, un cloruro hidragírico alcalino.

La cantidad de sublimado corrosivo que se forma en los diferentes compuestos producidos por el mercurio, varía en cada uno de ellos. El bióxido de mercurio, la mayor parte de los compuestos binarios que le corresponden por su composicion, y en general, todas las deutosales de mercurio en presencia de los cloruros dan por doble descomposicion un deutocloruro y una nueva sal alcalina. El protóxido de mercurio y la mayor parte de los compuestos binarios que le corresponden por su composicion empiezan por producir el protocloruro de mercurio, y por una reaccion subsiguiente se produce una pequeña cantidad de sublimado corrosivo.

La diferencia en la accion médica de las protosales y de las deutosales de mercurio es muy grande: todas las deutosales solubles é insolubles constituyen agentes heróicos, mientras que las protosales por el contrario constituyen medicamentos de una actividad muy inferior.

El mercurio metálico puesto en digestion con las soluciones de los cloruros alcalinos, bajo la influencia del oxígeno del aire, se convierte en parte en sublimado corrosivo.

De aqui la esplicacion de la accion fisiológica y de las propiedades terapéuticas de este cuerpo simple introducido en la economía animal bajo la forma metálica.

Todas las reacciones indicadas que tienen lugar á la temperatura ordinaria, la tienen mejor á la del cuerpo humano. Todas se producen en un tiempo muy limitado y aun en algunas instantáneamente; la mayor parte no necesitan sino algunas horas para efectuarse. Puesto que los diferentes líquidos contenidos en los órganos del hombre contienen oxígeno, sal marina y sal amoniaco, acompañados ó no de ácido clorhídrico y de otros ácidos que puede tambien facilitar su accion, se sigue que todos los fenómenos químicos producidos en las circunstancias precitadas tienen lugar en el interior del cuerpo humano cuando se introduce en él una preparacion mercurial cualquiera.

Protocloruro de oro.—Esta sal es lijeramente amarilla, descomponible por el calor en oro y en cloro, insoluble en el agua fria, y que se trasforma en oro y en tricloruro por el agua hirviendo; su fórmula es (Au Cl). Se prepara disolviendo el oro reducido á hojas en el agua régia un poco diluida en agua y evaporando la solucion á sequedad á una temperatura de unos 200°.

Tricloruro de oro.—Se presenta bajo la forma de masa cristalina y de color rojo intenso. Espuesto al fuego principia por fundirse y despues se descompone completamente. Es delicuescente y muy soluble en el agua. Se obtiene del mismo modo que el precedente, solo que se hace cesar la evaporacion cuando el cloruro ha tomado un color rojo de rubí. Se deja enfriar y cristaliza el tricloruro.

Combinado con el ácido clorhidrico forma el clorhidrato de tricloruro, que es una sal amarillo pálida, cristaliza en agujas, es de un sabor muy estíptico y muy desagradable. Desecada en el vacío se colora en verde. Espuesta al fuego abandona al principio su ácido clorhídrico y despues se descompone en cloro y en oro. El agua la disuelve perfectamente y esta disolucion produce sobre la piel manchas purpúreas que no se quitan sino con la epidermis. Se atribuye esta coloracion á la reduccion del oro. Todos los cuerpos ávidos de hidrógeno la descomponen y precipitan el oro. El sulfato de protóxido de hierro forma un precipitado muy dividido. Si se vierte sobre esta disolucion una mezcla de protocloruro y de bicloruro de estaño, se forma un precipitado purpúreo que se conoce con el nombre de *púrpura de Cassius*. Segun Berzelius este precipitado puede considerarse como un estanato doble hidratado de protóxido de oro y pro-

tóxido de estaño. Este modo de ver no está de acuerdo con muchos químicos. Proust y Buisson creen que el oro se halla en el estado metálico.

En un trabajo moderno de Figuier dice que la púrpura de Cassius es una combinacion de un átomo de protóxido de oro, tres átomos de peróxido de estaño y cuatro de agua.

Si se vierte amoníaco sobre él, se produce un precipitado amarillento, el cual despues de lavado y desecado suavemente, constituye el *oro fulminante*.

El *clorhidrato de tricloruro de oro* que se emplea como reactivo, se obtiene disolviendo el oro en el agua régia y concentrando el líquido convenientemente.

PROTOCLORURO DE PLATINO.—Es un polvo gris verdoso, insoluble en el agua, descomponible por el calor rojo y que se prepara de la misma manera que el protocloruro de oro.

BICLORURO DE PLATINO.—Es de un color rojo anaranjado, cristaliza en prismas, es delicuescente y soluble en el agua y el alcohol. Su disolucion acuosa concentrada es de un rojo oscuro, y diluida es de color amarillo.

Cuando se echa amoníaco en la disolucion concentrada se obtiene un precipitado de *clorhidrato de platino y amoníaco* calcinado; este producto deja por residuo el platino bajo la forma de esponja. Se obtiene disolviendo el platino en el agua régia.

CLORURO DE COBALTO.—($Co\ Cl^2$). Se presenta bajo la forma de escamas de color gris de lino cuando es anhidro. Calentado al abrigo del contacto del aire puede volatilizarse. Tiene un sabor muy estíptico. Es soluble en el agua si la disolucion está concentrada; tiene un hermoso color azul, y si está diluida pasa al rosa. Esta disolucion, convenientemente evaporada, da cristales de color rojo de rubí, de cloruro hidratado. El alcohol le disuelve.

Cuando la disolucion es de color de rosa, si se trazan con ella caracteres sobre el papel, desaparecen al secarse; pero si se calientan aparecen al momento de color azul, perdiendo una porcion del agua que contenian. Por el enfriamiento desaparecen poco á poco porque toman alguna porcion de la humedad del aire. Si se calientan demasiado, el color negro que se forma no desaparece ya por el enfriamiento. Esta disolucion, en razon de la mencionada propiedad, lleva el nombre de *tinta simpática*.

Cuando se mezcla una disolucion de este cloruro, que es azul, con una disolucion de percloruro de hierro, que es amarilla, se obtiene la *tinta simpática verde*.

Se puede preparar este cloruro, haciendo pasar una corriente de cloro sobre el cobalto calentado hasta el rojo. En este caso es anhidro. Se puede tambien obtener tratando el carbonato de cobalto por el ácido clorhídrico y concentrando el líquido; pero en este caso los cristales que se obtienen son hidratados.

CLORHIDRATO DE AMONIACO. (*Sal amoníaco.*)—Esta sal es blan-

ca, de un sabor picante, soluble en menos de tres partes de agua á 15°, y en menor cantidad en agua hirviendo. Cristaliza en agujas largas que se agrupan bajo la forma de barbas de pluma. Sometida á la accion del fuego, se funde en su agua de cristalizacion, hierve y se sublima despues en forma de vapores blancos. Calentada con la creta, se desprende carbonato de amoníaco y queda cloruro de calcio.

La sal amoníaco se encuentra en la orina humana y en el escremento de algunos animales, en particular de los camellos. En otro tiempo se obtenia en Egipto sublimando el hollin que resulta por la combustion de los escrementos de los camellos. En Francia se obtiene descomponiendo el sulfato de amoníaco por el cloruro de sodio. El sulfato de amoníaco proviene de la reaccion del sulfato de cal sobre el carbonato de amoníaco, y esta última sal se obtiene destilando en cilindros de hierro los huesos y los desperdicios de la lana. La fabricacion de la sal amoníaco es una industria importante. El residuo que queda en los cilindros se usa con el nombre de *negro animal*. (Véase la pág. 49).

Usos.—Sirve para preparar el amoníaco y el carbonato de la misma base; se emplea tambien para limpiar los metales. Los caldereros le emplean en gran cantidad para este uso; en medicina se usa como estimulante.

Ioduros metalicos.—Todos los ioduros metálicos son sólidos; algunos ofrecen hermosos colores, como el *biioduro de mercurio*. A una temperatura roja descompone el oxígeno todos los ioduros, escepto los de potasio, sodio, plomo y bismuto. El bromo y el cloro desalojan al iodo de todos los ioduros. Los ioduros solubles disuelven una cantidad de iodo igual á la que contienen. El agua disuelve muchos ioduros y descompone algunos, como el ioduro de antimonio, que da ácido iodhídrico y óxido de antimonio. Muchos ioduros, tales como los de potasio y mercurio, se emplean frecuentemente en medicina contra las afecciones escrofulosas y en las enfermedades de la piel.

Ioduro de potasio.—Se obtiene disolviendo iodo en la potasa hasta que el líquido principie á colorarse; se evapora y se deposita el iodato de potasa, al cual se le quita el oxígeno por el calor; se redisuelve el todo en agua y se hace cristalizar. Baup ha propuesto un procedimiento mas económico. Se mezcla el iodo con agua y con limaduras de hierro en esceso, y se forma ioduro de hierro que se descompone por el carbonato de potasa, se filtra y se evapora. El ioduro cristaliza en cubos blancos muy solubles en agua.

Protoioduro de mercurio.—Es un polvo verde oscuro, que se vuelve rojo cuando se calienta.

Deutoioduro de mercurio.—Se obtiene por doble descomposicion mezclando una disolucion de bicloruro de mercurio y de ioduro de potasio. Es un polvo de color de escarlata que se vuelve amarillo por la fusion al fuego. Forma combinaciones solubles con los ioduros y los cloruros alcalinos.

Cianuros metalicos. (*Cianuros simples.*)—Los compuestos resultantes de la accion del cianógeno con los metales ó los cianuros simples, son en general estremadamente venenosos. Los óxidos metálicos cuyo metal tiene poca afinidad para el oxígeno, se descomponen en presencia del ácido cianhídrico, en agua y en cianuro metálico. Los óxidos de mercurio, de paladio y de plata estan en este caso. Cuando la descomposicion se efectua sin la presencia del agua, va acompañada de un gran desarrollo de calor que produce muchas veces esplosion. Los óxidos alcalinos en disolucion acuosa se combinan con el ácido sin descomponerse y conservan su reaccion alcalina; la disolucion tiene el olor del ácido cianhídrico. Esta clase de combinaciones se descomponen inmediatamente en agua y en cianuro metálico cuando se añade á su disolucion otro cianuro con el cual pueden formar combinaciones dobles.

Todos los cianuros descomponibles se trasforman por la accion de un esceso de ácido clorhídrico ó por el hidrato de potasa en cloruro metálico ó en óxido metálico, amoníaco y ácido fórmico. La misma reaccion tiene lugar cuando se hierven los cianuros alcalinos con un esceso de ácido. Todos los cianuros metálicos, cuyos óxidos correspondientes no retienen el ácido carbónico al calor rojo, producen por la calcinacion con el óxido de cobre volúmenes de ázoe y de ácido carbónico en la proporcion de uno ó dos.

Cianuro de potasio.—Esta sal se emplea hoy frecuentemente en la galvanoplastia. Administrada de una manera imprudente, ocasiona envenenamientos.

Para obtenerla se hace pasar el ácido cianhídrico al través de una disolucion alcohólica de potasa pura. El producto es sólido, blanco, de un sabor acre alcalino y amargo, tiene un olor muy pronunciado de ácido cianhídrico, es indescomponible á la temperatura mas elevada, si no tiene contacto con el aire; es descomponible al contacto de este; cuando se calienta al rojo blanco es muy soluble en el agua y menos soluble en el alcohol. Los ácidos débiles desprenden el ácido cianhídrico de ella, *sin efervescencia.* Su disolucion acuosa restablece el color azul del papel de tornasol enrojecido; no se enturbia por el agua de cal. Los sulfatos de protóxido y de sesquióxido de hierro producen precipitados azules ó que adquieren este color por la adicion de algunas gotas de ácido clorhídrico. El sulfato de bióxido de cobre, empleado en gran cantidad, la precipita en *verde manzana*; este pasa al blanco cuando se añade una pequeña porcion de ácido cianhídrico, y el liquido queda opalino. El azoato de plata precipita el cianuro del mismo metal. Un gramo de cianuro de potasio suministra 1 gramo 72 centigrámos de cianuro de plata.

El procedimiento que se seguia en otro tiempo, consistia en descomponer por el calor en vasos cerrados al cianuro de potasio y de hierro. El producto es menos puro que el precedente; ofrece poco mas ó menos los mismos caracteres, pero contiene

un poco de carbonato de potasa, y por esta razon precipita el agua de cal en blanco, y produce efervescencia cuando se descompone por un ácido.

Una tercera especie de cianuro de potasio se fabrica en gran cantidad y á bajo precio, calcinando al rojo blanco la carne muscular ó la sangre desecada con la potasa. Es útil en las artes porque disuelve fácilmente los cianuros de oro, de plata y de platino; pero no tiene apenas olor de ácido cianhídrico y no da mas que 6 centígramos de cianuro de plata por gramo en lugar de 1 gramo y 72 centígramos.

El cianuro de potasio es un veneno escesivamente enérgico, capaz de ocasionar una muerte pronta aun en pequeñas dosis: obra exactamente como el ácido cianhídrico. El supuesto cianuro de potasio obtenido por su calcinacion de la carne muscular desecada con la potasa tal como se despacha por ciertos fabricantes de productos químicos y por algunos farmacéuticos, no contiene *apenas cianuro*; está formado en su mayor parte por carbonato de potasa, cloruro, etc. Es poco venenoso y ejerce sobre la economía animal la misma accion que el *carbonato de potasa.*

En cuanto á los medios de reconocer el cianuro de potasio en las investigaciones médico-legales si está mezclado en los medicamentos ó en las materias alimenticias, será necesario recurrir á la destilacion despues de haber añadido un poco de ácido acético, y recoger el producto en un *soluto* frio de azoato de plata. Este indica la presencia del ácido cianhídrico formando el cianuro de plata.

Cianuro de mercurio.—Cuando se vierte el ácido cianhídrico sobre el óxido mercurioso, se separa mercurio metálico y se forma el cianuro mercúrico. Pero he aquí segun Winkler la mejor manera de prepararle.

Se mezclan 15 partes de cianuro ferrosopotásico reducido á polvo con 13 partes de ácido sulfúrico concentrado y 100 partes de agua: se destila la mezcla hasta sequedad despues de haber puesto en el recipiente 30 partes de agua. Se pone aparte una porcion del ácido destilado; se mezcla lo restante con 16 partes de óxido mercúrico en polvo fino, y se remueve hasta que haya desaparecido enteramente el olor del ácido hidrociánico. Entonces se decanta y se vierte sobre el líquido la porcion de ácido que se habia reservado; de esta manera la sal básica que ha podido formarse, se encuentra enteramente saturada. Esta operacion da 12 partes de cianuro mercúrico, y tratando el residuo que se encuentra en la retorta por el agua, se obtienen ademas 5 partes de azul de Prusia puro. El cianuro mercúrico cristaliza en prismas de base cuadrada, que son unas veces trasparentes y otras opacos, y que no contienen agua de cristalizacion Esta sal se descompone por la accion del calor; se desprende lentamente el gas cianógeno, y el mercurio se reduce como hemos dicho al hablar de la preparacion del cianógeno. Es poco soluble en el alcohol, pero se disuelve fácilmente en el agua, mas en caliente que en frio. Tiene el sabor que caracteriza á las sales

mercúricas, y tomado al interior produce tambien efectos venenosos.

Se emplea hace algun tiempo con éxito en medicina, en los mismos casos y á las mismas dosis que el sublimado. A escepcion de los ácidos sulfhídrico, iodhídrico y clorhídrico, ningun ácido descompone al cianuro mercúrico. Forma un oxicianuro, y muchos compuestos con los cianuros ó cloruros alcalinos.

Cianuros dobles.—Todes los cianuros metálicos simples é insolubles se combinan con los cianuros de los metales alcalinos, y forman combinaciones dobles. Estas combinaciones que cristalizan generalmente y sus propiedades, se asemejan á las de las combinaciones de los sulfuros metálicos solubles con los insolubles. Así, por ejemplo, el cianuro de oro, el cianuro de paladio, el cianuro de plata, el de níquel, el de zinc, el de cobre, etc., etc. se disuelven fácilmente en el cianuro de potasio y de sodio: estas disoluciones estan coloreadas de amarillo, ó bien son incoloras, y no son descompuestas ó modificadas ni por los carbonatos alcalinos, ni por los cloruros metálicos. Los ácidos precipitan el cianuro insoluble y descomponen el cianuro alcalino. Mezclando una combinacion doble de cianuro de potasio ó de sodio con otra sal cuya base es el óxido de un metal propiamente dicho, resulta generalmente una nueva combinacion insoluble, en la que el metal alcalino es reemplazado por un equivalente del metal propiamente dicho.

Combinaciones dobles de cianogeno y hierro.—Estas combinaciones son sumamente notables. Entre ellas se distinguen dos productos que se emplean mucho en las artes y que por esto debemos darlos á conocer: son el prusiato de potasa y el azul de Prusia. Las combinaciones dobles de cianuro de hierro se conducen de una manera particular con los otros cianuros metálicos, y particularmente con el ácido cianhídrico. Las combinaciones con el ácido cianhídrico (ácido ferrocianhídrico y ferricianhídrico) son solubles en el agua, enrojecen de una manera estable el tornasol, descomponen los carbonatos con desprendimiento de gas y poseen la propiedad de neutralizar completamente los álcalis, propiedad que no tiene el ácido cianhídrico.

El ácido cianhídrico pierde completamente sus propiedades venenosas en estas combinaciones: el hierro que le está combinado no puede descubrirse ni por los álcalis, ni por los sulfuros solubles, ni por ninguno de los reactivos ordinarios.

Se puede suponer con Gay-Lussac que estas combinaciones contienen un radical compuesto, cuya composicion en 100 partes es la misma que la del cianógeno, pero cuyo peso atómico es tres veces mayor. Este radical está combinado con un equivalente de hierro y forma un ácido bibásico en su combinacion con 4 átomos de hidrógeno. Este radical se llama ferrocianógeno, y el ácido *ferrocianhídrico*. Las combinaciones del radical con los metales correspondientes á grados inferiores de oxidacion serán los *ferrocianuros*, y las correspondientes á grados superiores de

oxidacion serán los *ferrocianidos*. Ferrocianógeno=C^6 Az^6 Fe.

Existe además otra opinion que consiste en admitir en estas combinaciones un radical hipotético, el *prusianógeno*. A este radical se le puede hacer jugar en los prusiatos el mismo papel que el cianógeno en los cianuros simples. El prusianógeno está representado por Az^6 H^6=Cy^6. Es la molécula del cianógeno triplicada. Se llamarán *prusianuros* las combinaciones de un ácido hipotético Cy^6 H^6, en las que los 6 átomos de hidrógeno podrian ser reemplazados por 3 de metal.

Acido ferrocianhidrico. (*Acido prusiano-ferrhidrico*).—Ha sido descubierto por Porret: se obtiene tratando el azul de Prusia puro en frio por diez veces su volúmen de ácido clorhídrico concentrado. Se disuelve en el alcohol el precipitado seco y se evapora la disolucion alcohólica. Fórmula=H^4 Cy^6 Az^6 Fe.

Ferrocianuro de potasio. (*Prusiato amarillo de potasa, prusiano-ferruro de potasio*=C^6 Az^6 Fe 2K+3 Aq).—Es una sal muy importante pues que se emplea en muchas industrias. Se obtiene en grande mezclando sustancias azoadas como la sangre ó el cuerno con la potasa, y calcinando la mezcla. Se disuelve en agua la masa calcinada, se lejivia con cuidado el residuo, y la solucion contiene cianuro de potasio. Bajo la influencia de la potasa y del calor, los elementos de las materias animales se desunen, pasan á formar combinaciones mas notables y dotadas de propiedades opuestas á las de la potasa, y el ázoe y el carbono forman cianógeno que se une inmediatamente al potasio, que ha cedido su oxígeno al hidrógeno de las materias orgánicas. Se añade sulfato ferroso hasta que el cianuro potásico se haya trasformado en cianuro ferrosopotásico, lo que se reconoce en que el azul de Prusia que se forma no se descompone ya. Se evapora el líquido hasta el punto de cristalizacion, se separa el sulfato de potasa que cristaliza el primero, se continúa la evaporacion y cristaliza el cianuro doble bajo la forma de prismas truncados de un hermoso color amarillo. Se purifica repitiendo las cristalizaciones. Contiene 12,85 de agua. Se emplea en la fabricacion del azul de Prusia.

Azul de Prusia. (*Azul de Paris.*)—Este interesante compuesto que suministra un elemento muy útil á la tintorería, y que ha servido de base á trabajos químicos de la mayor importancia, fue descubierto por casualidad en el año de 1710. He aquí cómo se refiere la historia de este descubrimiento. Diesbach, fabricante de colores de Berlin, preparaba las lacas de cochinillas precipitando una decoccion de estas con la potasa y adicionando el alumbre y el sulfato de hierro. Faltándole un dia el álcali, se le tomó á Dippel, farmacéutico de Berlin, conocido por el aceite empireumático que lleva su nombre. Este le dió el carbonato de potasa que habia empleado muchas veces para rectificar el aceite animal. Diesbach haciendo uso de esta sal, lejos de obtener un precipitado rojo como de costumbre, obtuvo un hermoso precipitado azul. Dippel, que tuvo conocimiento de este fenómeno, sospechó que la formacion del precipitado azul era debida á la ac-

cion de su potasa sobre el alumbre y el vitriolo, conjetura que la esperiencia demostró. El descubrimiento del azul de Prusia se anunció por Dippel en las memorias de la Academia de Berlin por el año de 1710, pero sin indicar su modo de preparacion. Como entonces no se conocian otros colores azules que el índigo, este anuncio ocasionó muchos ensayos. En 1724 Woodward, de la sociedad real de Londres, describió el primer procedimiento para obtener este nuevo azul, que ha venido despues á ser un objeto de comercio lucrativo. Este procedimiento es el que se sigue todavía en las fábricas.

Scheele, y despues Gay-Lussac, nos han dado á conocer la naturaleza del azul de Prusia.

Se obtiene de dos maneras: primera, precipitando una sal de peróxido por el prusiato de potasa (estando en disolucion las dos sales), y segunda, precipitando por el mismo reactivo una sal de protóxido de hierro, agitando el precipitado al contacto del aire y lavándole en gran cantidad de agua. Los dos compuestos tienen el mismo aspecto, pero no son de la misma naturaleza.

1.° El *primer azul de Prusia* es de un color intenso, sobre todo cuando se obtiene con el nitrato. Es muy lijero, muy dividido, por cuyo motivo es muy difícil de filtrar. Empieza á descomponerse á 300°. Calentado en vasos cerrados da agua, hidrocianato y carbonato de amoníaco, y queda en la retorta un polvo negro, que unos consideran como un carburo de hierro y otros como una simple mezcla de hierro y de carbon. Por la tostacion se inflama como un piróforo y se trasforma en peróxido dejando desprender hidrocianato y carbonato de amoniaco. Es insoluble en el agua y en los ácidos débiles. El ácido sulfúrico concentrado le vuelve blanco sin alterarle. El ácido clorhídrico concentrado le descompone al cabo de algunas horas y le trasforma en peróxido que se disuelve, y en hidrocianato ácido de protóxido blanco é insoluble en el ácido muriático concentrado. El ácido hidrosulfúrico le hace esperimentar la misma descomposicion por la *via húmeda*, y le trasforma en sulfuro por la *via seca*. El hierro y el estaño metálicos, el protosulfato de hierro y el protocloruro de estaño le vuelven blanco. Los álcalis, sus carbonatos y las tierras alcalinas le descomponen; se separa peróxido de hierro y se forman cianuros dobles ferruginosos. El deutóxido de mercurio le descompone completamente con formacion de cianuro de mercurio. Este azul de Prusia está compuesto de 3 átomos de ferrocianógeno y 4 átomos de hierro; es un *ferrocianido de hierro*.

2.° *Segundo azul de Prusia*.---Segun las esperiencias de Robiquet, el *prusiato blanco* que se obtiene precipitando una sal del protóxido de hierro por el prusiato de potasa, es de una composicion variable, segun la proporcion relativa de las dos sales empleadas. Efectivamente, si se mezclan á 12 partes de prusiato alcalino de 9 á 11 de sulfato de hierro, los líquidos filtrados no contienen en ningun caso ni prusiato ni hierro. Cuando se

dejan los precipitados espuestos al aire, absorben el oxígeno y se azulean abandonando una combinacion de potasio de cianógeno y de hierro, en la que domina el cianuro de potasio y que es soluble en el agua. Al cabo de largo tiempo, el precipitado vuelto azul no contiene ya potasa y se ha trasformado en lo que lleva el nombre de *segundo azul de Prusia.* Tiene un color mas hermoso que el primero. Es insoluble en los ácidos y en el agua que contenga un ácido ó una sal; pero es soluble las mas veces en el agua pura y en el alcohol empleados en gran cantidad. Robiquet ha reconocido que esta solubilidad no tiene lugar cuando á fin de preparar el prusiato blanco que sirve para producirle, se han empleado mas de 6 partes de prusiato de potasa para 5 de protosulfato de hierro. Este hecho es bien conocido en las fábricas, y se tiene gran cuidado de emplear estas dos sales en proporciones determinadas, sin lo que se dice que no se podria lavar el azul, porque se disolveria.

El azul de Prusia que se emplea en la pintura y en la tintorería, está siempre preparado con las sales de protóxido de hierro, pero no es del todo soluble en el agua. Retiene siempre una cantidad muy notable de potasa, por cuya razon no sirve para preparar el cianuro de mercurio puro. Muchas veces está mezclado en los dibujos con la alúmina, la creta ó el almidon.

Ferrocianido básico de hierro.—El segundo azul de Prusia está compuesto de 3 átomos de ferrocianógeno, 4 de hierro y 1 de peróxido del mismo metal.

El azul de Prusia, dice Girardin, es uno de los colores minerales mas útiles. Sirve con buen éxito para la fabricacion de los papeles pintados, la pintura al óleo, el azulado de los papeles comunes, y para el estampado de las indianas y de los tejidos de lana y seda. En la tintorería sus aplicaciones son numerosas. Es el que colora la seda, las indianas y la lana que se ven teñidas de *azul de Prusia* ó de *azul Raimundo*, como se dice en las fábricas. En este caso se hace directamente sobre los tejidos, se pone al principio el tejido en una disolucion de peróxido de hierro lijeramente ácida, se hace secar, se lava y se pasa á un agua dejabon caliente, y se sumerge despues el tejido así preparado en un baño de ferrocianuro de potasa acidulado. El azul de Prusia se fija íntimamente á las fibras y suministra así un color que es muy estable al aire, á la luz y á los ácidos; pero que desgraciadamente no resiste tanto al jabon, y de ningnn modo á las lejías. La dificultad que se esperimentaba en procurarse el índigo en los últimos años del imperio, sugirió la idea de reemplazarle por el azul de Prusia. Napoleon propuso un premio de 25000 francos al que diera á conocer un medio seguro y fácil de teñir la lana y la seda con el azul de Prusia; de manera que se obtuviese un color igual, brillante é inalterable por la frotacion y la lavadura. Una parte del problema fue resuelto en 1811 por Raimundo, padre, catedrático de química de Lion, á saber: que era aplicable al tinte sobre seda. Este descubrimiento era tanto mas precioso, cuanto que no se conocia ningun medio para

obtener el matiz de *azul Raimundo* ó *azul de María Luisa* sobre seda, pues que los azules oscuros teñidos con el índigo no tienen nunca el brillo que los otros, y los azules de cielo obtenidos con el sulfato de índigo carecen de la hermosura del azul de Prusia. Los paraguas estan teñidos por este medio.

Raimundo, hijo, completó en 1822 la obra de su padre indicando el procedimiento para teñir la lana con el azul de Prusia. Para esto se hace uso de un baño del orin que se forma sobre el hierro, y otro de prusiato de potasa.

Ferricianogeno.—Gmelin ha descubierto una serie de compuestos interesantes, en la que se puede admitir la existencia de un radical particular: este es el *ferrocianógeno* $= C^2 N^2 Fe^2$, que combinándose con 6 átomos de hidrógeno dan orígen á un ácido tribásico que vamos á describir.

Acido ferricianhidrico (cianuro férricohidrico).—Es un compuesto que goza de todas las propiedades ácidas y que corresponde al cianuro ferrosohídrico ó ácido ferrocianhídrico. Se prepara descomponiendo el cianuro férricoplúmbico por el ácido sulfúrico. Se obtiene un líquido rojo que por una evaporacion espontánea cristaliza en agujas de un color amarillo moreno. Este ácido ó el cianuro doble férricopotásico, es el mejor reactivo que se puede emplear para distinguir el óxido ferroso; porque un líquido que contenga la mas pequeña cantidad de óxido ferroso, precipita por este reactivo en verde ó en azul. Las disoluciones de óxidos férricos no son precipitadas.

Ferricianuro de potasio.—*Prusiato rojo de potasio (cianuro férricopotásico.)*—Se disuelve el prusiato amarillo de potasa en el agua, y se hace pasar por ella una corriente de cloro hasta que la disolucion no precipite la sal férrica. Es necesaria poca cantidad de cloro para llegar á este punto. Esta sal cristaliza en hermosos cristales de color rojo de rubí sin agua, y los cristales son bastante voluminosos. Existen cianuros dobles correspondientes de amonio, bario, sodio, etc.

Vamos á dar una tabla de los colores que presentan los diferentes precipitados producidos en las disoluciones metálicas, tratadas por el ferrocianuro de potasio y ferricianuro del mismo metal. Estos dos reactivos son muy empleados.

Precipitados obtenidos por el ferrocianuro de potasio.

Metales.	Color del precipitado.
Plata. . . .	blanco que toma un tinte azulado.
Mercurio. . .	blanco que se descompone y azulea.
Cobre. . . .	rojo moreno.
Bismuto. . .	blanco.
Estaño. . . .	blanco.
Plomo. . . .	blanco que tira al amarillo.
Zinc.	blanco.
Niquel. . . .	blanco que tira al amarillo verdoso.

Cobalto. . . .	verdoso que se vuelve rojo agrisado.
Manganeso. . .	blanco que se vuelve de color de flor de melocoton.
Cerio. . . .	blanco soluble en los ácidos.
Urano. . . .	rojo moreno.
Cromo. . . .	verde gris.
Molibdeno. . .	moreno oscuro.
Tántalo. . . .	naranjado oscuro que se vuelve moreno.

Precipitados obtenidos por el ferricianuro de potasio.

Titano. . . .	amarillo moreno.
Urano. . . .	moreno rojizo.
Manganeso. . .	gris moreno.
Cobalto. . . .	moreno rojizo oscuro.
Niquel. . . .	moreno amarillento.
Cobre. . . .	moreno amarillento sucio.
Plata. . . .	amarillo anaranjado.
Mercurio. . .	amarillo.
Estaño. . . .	blanco.
Zinc. . . .	amarillo anaranjado.
Bismuto. . . .	moreno amarillento.

Estos precipitados son todos verdaderos cianuros dobles, y el color del precipitado es una indicacion preciosa para asegurarse de la naturaleza de las disoluciones metálicas.

Carbonatos.—El ácido carbónico puede combinarse con ciertas bases en tres porciones, y formar carbonatos neutros, sesquicarbonatos y bicarbonatos. En estas combinaciones las cantidades de ácido estan entre sí como los números 1, 1 ½ y 2.

Los carbonatos de potasa, de sosa, barita y litina son indescomponibles á un calor elevado. Todos los demás pierden su ácido carbónico. Todos, á escepcion de los carbonatos de potasa, sosa y litina, son insolubles; pero algunos de ellos se disuelven en un esceso de ácido carbónico. Calentados con el boro, fósforo ó carbon son descompuestos, de donde resultan diversos productos fáciles de prever.

Caracteres genéricos.—Todos los ácidos los descomponen desprendiendo su ácido carbónico con una especie de ebullicion que se llama *efervescencia*. Cuando el gas que se desprende no tiene color, posee un olor lijeramente picante y no esparce vapores blancos al aire; la sal es un carbonato.

Los carbonatos neutros estan formados de tal modo, que el oxígeno de la base es al del ácido como 1 es á 2.

Carbonato de potasa. (*Sal de tártaro, de agenjos, de centáura, potasa, etc*).—Esta sal es blanca, acre, cáustica, enverdece el jarabe de violetas, es muy soluble, delicuescente al aire; cristaliza aunque con dificultad en hojas romboidales; fusible al calor blanco, y no se descompone sino por una corriente de vapor de agua; entonces se desprende el ácido carbónico y se forma un hidrato. Está formado de 1 átomo de ácido y de 1 átomo de base$=KO, CO^2$.

Esta sal no se encuentra en la naturaleza, pero se forma siempre que se quema un vegetal. Para obtenerla casi pura, se hace una mezcla de bitartrato de potasa y de nitro pulverizado, y se echa esta mezcla en una vasija de hierro calentada hasta el rojo. La mezcla se inflama, los ácidos tártrico y azóico se descomponen, se forma ácido carbónico y se combina á la potasa del bitartrato y del azoato de potasa; el residuo es carbonato de potasa, el cual se separa de un poco de carbon lejiviándole y evaporando el líquido hasta sequedad.

Los químicos le emplean como reactivo ó para preparar el hidrato de potasa.

Potasas del comercio.—Este producto, que posee las mismas propiedades que la sal precedente, es carbonato de potasa, que contiene cantidades variables de sulfato de potasa, de cloruro de potasio, un poco de alumbre, sílice, cal, óxidos de hierro y de manganeso.

Se prepara en los paises en que abundan las maderas, como en Rusia, en América, etc. Para prepararle se queman las maderas, se lejivia en caliente la ceniza que resulta y se evapora el líquido hasta sequedad; en este estado se conoce con el nombre de salina. Se calcina esta sustancia para destruir la materia combustible que contenga; despues de fria se guarda en toneles bien tapados, y en este estado se despacha en el comercio con el nombre de potasa del país que la suministra. De aquí las variedades de potasa conocidas con el nombre de *potasa de Rusia, de América, de Tréveris, de Vosges, de Dantzick*, etc.

Usos y aplicaciones.—Esta potasa sirve para la preparacion del alumbre, del salitre, del jabon blando, de las lejías, etc.

Carbonato de sosa.—Es blanco, acre, lijeramente cáustico, muy soluble en el agua, mas en caliente que en frio, cristaliza por enfriamiento en prismas romboidales y es eflorescente. Calentado, se funde en su agua de cristalizacion, despues pierde esta agua y sufre la fusion ígnea; solo se descompone por una corriente de vapor de agua.

Está formado de 2 átomos de ácido carbónico, 1 de base y 10 de agua$=(Na\ O\ ,\ C\ O^2)+10\ H^2\ O$.

Esta sal no se encuentra en la naturaleza; la que se encuentra, y que se toma por carbonato de sosa, no es sino un sesquicarbonato. Gay-Lussac ha probado que la que se obtiene quemando las plantas marinas, proviene de la descomposicion del oxalato de sosa contenido en estas plantas.

Se obtiene en estado de pureza, haciendo cristalizar repetidas veces la sosa del comercio.

Se emplea como reactivo en los laboratorios, y tambien algunas veces se usa en las artes.

Bicarbonatos de sosa y de potasa.—Estas sales que se emplean hoy frecuentemente, y cuyas propiedades son análogas á las de los carbonatos neutros de potasa y sosa se obtienen dejando en contacto con un esceso de ácido carbónico una disolucion concentada de potasa ó cristales de carbonato de sosa en

un aparato particular en donde se ejerce una presion mas ó menos considerable. Es de notar, que estas sales menos solubles que los carbonatos neutros, se precipitan á medida que se forman.

Sosas del comercio.—Estan formadas de carbonato de sosa en cantidad variable, sulfato de la misma base, sulfuro de sodio, sal marina, carbonato de cal, alúmina, sílice, óxido de hierro, carbon, etc.

Se conocen en el comercio dos suertes de sosas, la *natural* y la *artificial*.

La *sosa natural* se prepara quemando las plantas marinas en fosos, de manera que se sostenga la combustion por muchos dias. Resulta una masa negra compacta, vitrificada, que quebrantada constituye la sosa del país en que se fabrica.

Se conocen sosas de diferentes paises: la de España se conoce con el nombre de *sosa* ó *barrilla de Alicante*; es la mas rica de todas. Las que se recogen en Francia y que llevan los nombres de *sosa de Narbona*, *de blanquete* ó *de Aigues-Mortes*, *de varech* ó *sosa de Normandía*, son bastante menos ricas. En efecto, la primera contiene de 20 á $\frac{40}{100}$ de carbonato seco, mientras que las otras no contienen sino 14 á $\frac{15}{100}$, como la sosa de Narbona, ó de 3 á $\frac{8}{100}$, como la de *blanquete*; y en fin la de varech contiene muy corta cantidad.

La *sosa artificial* se obtiene calcinando fuertemente, en un horno de reverbero una mezcla hecha con las sustancias siguientes: 1000 partes de sulfato de sosa seco, 1000 de creta, 550 de carbon.

Mientras la masa está pastosa, se agita con una barra de hierro, y cuando no se desprende mas gas, se retira la masa y se deja enfriar. Cuando se quiera hacer uso de ella se debe tratar por agua fria, porque la caliente descompondria el oxisulfuro de calcio y disolveria al sulfuro. La teoría de esta operacion es la siguiente:

El carbon reduce el sulfato de sosa al estado de sulfuro de dicha sustancia, pasando él al de ácido carbónico y de óxido de carbono. El sulfuro de sodio y la creta obran de tal modo que forman carbonato de sosa y sulfuro de calcio, el cual combinándose á una parte de la creta reducida al estado de cal, constituye el oxisulfuro de calcio sobre el que no tiene accion el agua fria.

Usos, aplicaciones.—Las sosas del comercio se emplean en la preparacion del jabon, del vidrio y de las lejías y en muchas operaciones de tintes.

Antes del año de 1793 casi todas las sosas que se consu-

mian eran procedentes de España. Cuando la guerra interrumpió las comunicaciones entre estos dos paises, la Convencion nacional escitó á los químicos franceses á encontrar un *medio usual* para estraer la sosa de la sal marina. De todos los procedimientos que examinó la comision nombrada al efecto, tan solo prevaleció el del químico Leblanc, procedimiento que hemos indicado ya y que salvas muy lijeras modificaciones es el que todavía se usa. Este descubrimiento ha creado en Francia una de las industrias mas prósperas y una de las que mas han influido en el progreso de las artes mas importantes (fabricacion de los cristales, del jabon, etc.). Ella ha librado á nuestros fabricantes de un tributo anual de mas de 20 millones, y cosa bien deplorable y que la posteridad no creerá, Leblanc, arruinado por dar á su procedimiento la perfeccion necesaria, murió en el hospital. Los gobiernos que sucedieron á la Convencion no pagaron la deuda sagrada que la Francia habia contraido con él.

Carbonato de cal.—Esta sal es blanca, sin sabor ni olor; cristaliza en una multitud de formas que todas pueden reducirse á un rombóide; es completamente insoluble en el agua á no ser que contenga un esceso de ácido carbónico; el fuego la descompone dejando un residuo que es la cal comun.

Está abundantemente esparcida en la naturaleza; se encuentra en el estado de pureza, constituyendo el mármol. Las mas veces, está coloreada por los óxidos metálicos ó mezclada con otras sustancias. Es la que constituye los diferentes mármoles coloreados, las piedras para edificios ó calcáreas, el alabastro, el aragonito, el espato de Islandia, la creta, las madréporas, los corales, etc.

Cuando se quiere hacer uso de ella, se emplea la creta ó el mármol blanco; sin embargo, para los usos medicinales se prepara algunas veces por doble descomposicion.

Está formada de 1 átomo de ácido y 1 átomo de cal=$Ca O, C O^2$.

Sirve para hacer la cal, y en estado de mármol, para estatuas, columnas, vasos, etc.

Sesquicarbonato de amoniaco. (*Carbonato de amoniaco, sal volátil concreta* ó *de Inglaterra.*—Es blanco, cáustico y picante, de un olor de amoníaco muy pronunciado, enverdece el jarabe de violetas, es volátil aun al aire libre, soluble en el agua fria, pero no en el agua hirviendo.

Esta sal existe en las orinas corrompidas; proviene entonces de la trasformacion de la *urea*, que apropiándose los elementos del agua pasa al estado de carbonato de amoníaco.

Se obtiene calentando uua mezcla compacta de clorhidrato de amoniaco y carbonato de cal. El carbonato que se forma, se condensa en un recipiente de plomo, del cual se saca con la mayor facilidad.

Esta sal resulta de la combinacion de 1 volúmen de ácido carbónico, y 1 ½ de gas amoníaco.=$3 Az H^3, 2 C O^2$. En los la-

boratorios se emplea como reactivo y en medicina como escitante.

Sulfatos.—El ácido sulfúrico combinándose con las bases, puede dar orígen á sales ácidas, neutras ó con esceso de base. Nos ocuparemos solamente de los sulfatos neutros.

Espuestos á la accion de un calor fuerte, los de la primera seccion y el de magnesia no se descomponen; los demás lo efectuan produciendo ácido sulfuroso, oxígeno y mas ó menos ácido sulfúrico anhidro. Este ácido se desprende, mientras que el óxido que queda libre absorbe el oxígeno si es susceptible de ello ó le pierde, y se reduce si el metal pertenece á las dos últimas secciones. Calentados con carbon se descompone siempre su ácido y solo dejan de hacerlo los óxidos de la segunda seccion. En todos los casos el sulfato pasa al estado de sulfuro, mientras que el carbon combinado con el oxígeno se desprende en estado de ácido carbónico ó de óxido de carbono.

El agua disuelve muchos sulfatos. Solo se conocen los sulfatos de barita y de plomo y los sulfatos de antimonio, de bismuto y de mercurio que sean insolubles. Los demás, por el contrario, son mas ó menos solubles.

Caracteres genéricos.—Cuando una sal dada es tratada por el ácido sulfúrico no desprende ácido sulfuroso. Cuando se trata la misma sal por una disolucion de azoato de barita ya en frio, ó ya en caliente, produce precipitado blanco. Y cuando este precipitado lavado, seco y calcinado con carbon se trasforma en sulfuro de olor y sabor á huevos podridos, ó produce un abundante desprendimiento de gas sulfhídrico por la accion del ácido clorhídrico, podrá decidirse que la sal en cuestion será siempre un sulfato. Además de estos reactivos el mas sensible para reconocer un sulfato en disolucion es la barita disuelta: esta sustancia produce instantáneamente un precipitado blanco insoluble en el ácido nítrico.

Los sulfatos neutros estan compuestos de un átomo de ácido y otro de base que contiene un átomo de oxígeno=$R\,O,\,S\,O^3$. Se observa que la proporcion de oxígeno del ácido es á la de la base como 3 es á 1.

Sulfato de potasa. (*Sal de Duobus, arcano duplicado, tártaro vitriolado*, etc.)—Es blanco, amargo, cristaliza en prismas, inalterable al aire: no contiene agua de cristalizacion, pero sí de interposicion; lo que le hace decrepitar al fuego; es fusible al calor rojo de cereza.

Está formado de un átomo de ácido y otro de potasa=$K\,O,\,S\,O^3$.

Se emplea en medicina para purgar lijeramente, y en las artes para hacer el alumbre. Se puede obtener directamente; pero generalmente se obtiene calcinando al calor rojo el residuo de la descomposicion del nitro por el ácido sulfúrico.

Sulfato de sosa. (*Sal de Glaubero, sal admirable, sosa vitriolada*, etc.)—Es incoloro, muy amargo, cristaliza en prismas largos muy trasparentes, se eflorece fácilmente al aire, se funde an-

tes de sufrir el calor rojo. Es muy soluble, pero lo mas notable es que el agua á 100° disuelve menos sal que el mismo líquido á 33°, de suerte que su *maximum* de solubilidad es á 33°.

Se encuentra en la ceniza de las plantas marítimas y en las aguas de algunos manantiales, entre los cuales son dignos de notar los de Lorena, etc. Se puede obtener directamente; pero las enormes cantidades que se consumen en la fabricacion de la sosa artificial, se preparan tratando el cloruro de sodio por el ácido sulfúrico. Está compuesto de un átomo de ácido, otro de base y 10 de agua$=$Na O, S $O^3+10\ H^2$ O.

Examinando Glauber el residuo de la fabricacion del ácido clorhídrico que se arrojaba hasta entonces como inútil y que se llamaba por esto *caput mortuum* y *tierra dañina*, obtuvo el sulfato de sosa en gruesos cristales trasparentes á que dió el nombre de *sal admirable* por la hermosura de su forma.

Usos, aplicaciones.—El sulfato de sosa hace un papel interesante en las artes químicas. Es con el que se prepara la sosa artificial (véase la pág. 253). Gehlen, químico suizo, introdujo el uso de esta sustancia en las fábricas de vidrio de Alemania; su objeto fue reemplazar con él el carbonato de sosa. Desde 1826 se emplea en Francia en la fabricacion de los vidrios para ventanas. Es el purgante salino mas económico.

SULFATO DE CAL. (*Espejuelo, yeso, selenita, alabastro yesoso.*)—Es incoloro, insípido, unas veces amorfo y otras cristalizado, atrae la humedad sin ser delicuescente; sometido á la accion de un calor fuerte se funde en un esmalte blanco; es poco soluble en el agua, pero se disuelve bien si se añade ácido sulfúrico. Se puede preparar directamente; pero la naturaleza nos le ofrece muy abundante, unas veces hidratado y otras anhidro. En el primer caso su fórmula es (Ca O, S O^3)$+2H^2$ O; y en el segundo (Ca O, SO^8). Se encuentra tambien en disolucion en muchas aguas.

Usos, aplicaciones.—El yeso se prepara calcinando el sulfato de cal hidratado. Se emplea para los objetos de escultura; cuando contiene un poco de carbonato de cal, se busca para los trabajos de construccion; combinado con algunas materias colorantes y amasado con cola fuerte, constituye al *estuco*, materia que imita al mármol. En fin, el sulfato de cal es muy abundante en la naturaleza: se halla formando bancos mas ó menos gruesos en las partes superiores de los terrenos secundarios y terciarios.

Los antiguos conocian el yeso; los romanos le empleaban ya para adornar sus edificios. Plinio recomienda servirse de él cuando está recien apagado, porque se endurece muy pronto. La fabricacion del yeso es una industria muy productiva para París: la esplotacion de sus canteras suministra yeso á casi toda la Francia y todavía se espende á la Inglaterra y á la América. Este yeso es de muy buena calidad. Las canteras de París suministran anualmente cerca de 7 millones de hectólitros. Se hace tambien uso del yeso para beneficiar las praderas artificiales. Este procedimiento, que se ha propagado con tanta celeridad en Europa, se debe á Franklin. Para demostrar los buenos efectos

del yeso á sus compatriotas escribió por medio del polvo de yeso sobre un campo de alfalfa situado cerca de Washington estas palabras: «*Esto ha sido enyesado.*» En todos los sitios cubiertos por el polvo escitante se desarrolló una vegetacion magnífica; de suerte que se podian leer sobre la superficie de la pradera las letras trazadas por el ilustre físico. Esta ingeniosa demostracion convirtió á todos los incrédulos.

SULFATO DE MAGNESIA. (*Sal de Epsom, de Sedlitz, de Egra, de Inglaterra,* etc.)—Es blanco, muy amargo, cristaliza en prismas rectangulares, es eflorescente, contiene agua de cristalizacion; sometido á la accion del calor esperimenta la fusion acuosa y no la ígnea. La potasa y la sosa le descomponen enteramente y no le precipitan los bicarbonatos alcalinos sino con el auxilio del calor.

Contiene 7 átomos de agua=$(Mg\,O,\ S\,O^3)+7\,H^2\,O$. Este sulfato se encuentra en las aguas de muchas fuentes, en la del mar, etc. Se obtiene evaporando y haciendo cristalizar las aguas que le contienen, ó bien tratando directamente la magnesia ó algunas sustancias magnesíferas por el ácido sulfúrico.

Se emplea frecuentemente en medicina como purgante.

SULFATO DE ALUMINA Y DE POTASA Ó DE AMONIACO. (*Alumbre de Roma, alumbre de roca.*)—Esta sal considerada largo tiempo como un sulfato de alúmina simple fue caracterizada como sal doble por Vauquelin, Chaptal y Descroizille. Estos sabios probaron además que unas veces tenia por base el sulfato de potasa y otras el de amoníaco.

El alumbre de base de potasa es blanco, astringente, enrojece la tintura de tornasol, es mas soluble en el agua fria que en la caliente, cristaliza por lo comun en octaedros trasparentes y lijeramente eflorescentes. Su disolucion contiene un esceso de alúmina; cristaliza en cubos y se llama *alumbre cúbico.*

Espuesto á un calor un poco inferior á 100°, se funde en su agua de cristalizacion y forma despues de su enfriamiento lo que se conoce con el nombre de *alumbre de roca.* A algunos grados mas de temperatura pierde su agua, se vuelve opaco y constituye el *alumbre calcinado.* Calentado á un calor rojo deja desprender el oxígeno y el ácido sulfuroso. En fin, el residuo formado de alúmina y de sulfato de potasa puede descomponerse si la temperatura es muy elevada, y entonces la alúmina desaloja el ácido sulfúrico y forma con la potasa un *aluminato.* Si se echa en una disolucion de alumbre hirviendo la potasa, la sosa ó el amoníaco, se precipita un subsulfato doble muy análogo al que se encuentra en la naturaleza.

Calcinado con carbon se forma un compuesto que consta de sulfuro de potasio, alúmina y carbon, y que en razon de la propiedad que tiene de inflamarse al aire se ha llamado *piróforo.* Esta materia se inflama tanto mas pronto cuanto mas húmedo es el aire.

El alumbre de base de amoníaco posee las mismas propieda-

des que el precedente. Se distingue de él en que calcinado se desprende el amoníaco y deja libre la alúmina, y en que tratado por la potasa ó la sosa, se produce un desprendimiento de amoníaco fácil de reconocer por su olor.

El alumbre existe formado del todo en algunas aguas y en las cercanías de los volcanes. Para obtenerle se lejivian las materias que le contienen y se evaporan los líquidos para que cristalicen. Se puede tambien obtener calcinando ciertas arcillas, tratándolas por el ácido sulfúrico y añadiendo al sulfato de alúmina que se forme sulfato de potasa ó de amoníaco y haciéndole despues cristalizar.

Esta sal está formada de 1 átomo de sulfato de alúmina, otro de sulfato de potasa y 24 de agua. La fórmula es $(K\ O, S\ O^3)+(Al.^2 O^3, 3\ S\ O^3)+24\ H^2 O$.

Usos, aplicaciones.—El alumbre es muy empleado en los tintes como mordiente; se prefiere para este uso el de *Roma*; pero esta preferencia no existe desde que se ha conseguido obtenerle exento de óxido de hierro. Posee la propiedad de volver mas duro al sebo, por cuya razon se le mezcla un poco; sirve para fabricar muchas lacas.

Se emplea para preservar las pieles de los ataques de los insectos, para conservar las piezas de anatomía y para impedir que el papel se cale con la tinta. En 1830 el caballero Origo, coronel de bomberos en Roma, reconoció que saturando de alúmina el agua y teniendo en suspension la arcilla, estingue mucho mas pronto los incendios que el agua comun.

Historia.—Los pueblos del Asia nos dieron á conocer esta importante sal. Hasta el siglo XV se preparó esclusivamente en Rocca, ciudad de Siria, de donde le viene el nombre de *alumbre de roca*, que lleva todavía en el comercio.

SULFATO DE PROTOXIDO DE HIERRO. (*Vitriolo verde, caparrosa verde*, etc.)—Es de un color verde trasparente, estíptico, no venenoso, cristaliza en prismas romboidales oblicuos que contienen agua de cristalizacion y son eflorescentes. Calentados los cristales se funden en su agua de cristalizacion, la pierden y se vuelven blancos. A un calor rojo, se descompone esta sal y se desprende ácido sulfuroso, un poco de oxígeno y ácido sulfúrico anhidro. El residuo de esta descomposicion es peróxido de hierro, el cual se apodera del oxígeno, de una parte del ácido y se convierte en sesquióxido que se conoce con el nombre de *colcotar*.

Espuesto al aire un poco humedo, el óxido de esta sal absorbe el oxígeno del aire, solamente en su superficie, y este esceso de óxido que resulta recubre la sal de manchas *ocrosas*. Si se espone al aire en estado de disolucion, su óxido absorbe mas oxígeno, forma un sulfato básico de sesquióxido que se precipita, y un compuesto doble de sulfato de protóxido y de sulfato de sesquióxido que queda en disolucion.

Esta sal contiene 6 átomos de agua$=(Fe.\ O, S\ O^3)+6\ H^2\ O$.

El sulfato de hierro se encuentra en todas partes donde existe algun sulfuro del mismo en contacto del aire. Se puede pre-

parar directamente tratando el hierro por el ácido sulfúrico diluido. En las artes se prepara esponiendo al aire húmedo el sulfuro de hierro. El azufre y el hierro absorben el oxígeno, de donde resulta sulfato de hierro que se eflorescé, y que se estrae por la lejiviacion, evaporacion y cristalizacion.

Usos.—Esta sal sirve para la preparacion de los tintes en negro, de la tinta, del azul de Prusia, del colcotar; y para precipitar el oro en polvo de su disolucion en el agua régia, polvo que se emplea para dorar la porcelana, etc.

Sulfato de sesquioxido de hierro.—Es amarillo naranjado, muy acerbo, muy estíptico, no cristalizable, y enrojece la tintura de tornasol; se obtiene tratando el hidrato de sesquióxido por el ácido sulfúrico. No se emplea sino combinado en pequeñas porciones con el otro para la tintorería, ó por los químicos algunas veces como reactivo, y para conservar las piezas de anatomía. La fórmula es ($Fe^2\ O^3,\ 3\ S\ O^3$).

Sulfato de bioxido de cobre.—*Caparrosa azul, vitriolo azul, vitriolo de Chipre*, etc.—Parece que el protóxido de cobre no puede combinarse con el ácido sulfúrico sin descomponerse en cobre y en bióxido, que se combina con el ácido.

El sulfato de cobre es de un color azul y de un sabor muy estíptico. Cristaliza en hermosos prismas oblicuos de base paralelográmico-oblicuangular y trasparentes; estos contienen agua de cristalizacion, se eflorecen un poco, se funden á un calor suave, despues se blanquean y desecan; en fin, se descomponen á un calor mas fuerte. La potasa, la sosa, el amoniaco, etc. descomponen esta sal; la cual se redisuelve cuando se emplea en esceso el precipitado blanco azulado, y forma un líquido de un hermoso azul, que se conoce con el nombre de *agua celeste*.

Este sulfato se encuentra en las aguas que corren al través de las minas de cobre. Se puede estraer de ellas por la evaporacion. Las mas veces se obtiene tratando el sulfuro de cobre por el procedimiento que hemos indicado para la preparacion del sulfato de hierro.

Esta sal está formada de 1 átomo de bióxido de cobre, 1 de ácido y 5 de agua=($Cu\ O,\ S\ O^3$)+5 $H^4\ O$.

Usos.—Sirve para preparar el verde de Scheele y las cenizas azules; en medicina se emplea como escarótico.

Fosfatos.—Despues que Graham ha publicado su interesante memoria sobre las modificaciones del ácido fosfórico de que hemos hablado ya al tratar de este ácido, resulta que los fosfatos antiguos se deben dividir en tres series, que son: 1.ª los fosfatos propiamente dichos, 2.ª los pirafosfatos y 3.ª los metafosfatos.

Habiendo dicho ya en el artículo *Acido fosfórico* todo lo relativo á los pirofosfatos y á los metafosfatos, solo nos resta hablar de los fosfatos propiamente dichos.

El ácido fosfórico trihidratado ($P^2\ O^5,\ 3\ H^2\ O$) puede combinarse con las bases en tres proporciones, y formar sales neutras $P^2\ O^5\ 2\ R\ O\ H^2\ O$, sales ácidas $P^2\ O^5\ R\ O\ H^4\ O^2$, y sales básicas $P^2\ O^5\ 3\ R\ O$.

Se observará que considerando el agua como haciendo veces de base, todas estas sales estan en una relacion tal, que el oxígeno del ácido es al del óxido como 5 es á 3. En este caso, conteniendo el ácido 3 átomos de agua puede considerarse como una verdadera sal.

Espuestas al fuego estas sales, pierden el agua que contienen y sufren diferentes modificaciones que hemos dado ya á conocer. Así el fosfato ácido se trasforma en $P^2\ O^5\ R\ O$, que constituye el metafosfato. El fosfato neutro se convierte en $P^2\ O^5\ 2\ R\ O$, ó pirofosfato. En fin, el fosfato básico, no conteniendo agua no puede trasformarse en ninguno de los otros ácidos, y queda por consiguiente en tal estado. Sea de esto lo que fuere, siendo estos ácidos fijos lo mismo que las bases, no pueden sufrir ninguna otra descomposicion. Sin embargo, se funden y se vitrifican. Pero si se añade carbon, entonces se presentan diversos fenómenos. Si la sal pertenece á la 1.ª ó á la 2.ª seccion, el ácido se descompone en parte, formándose ácido carbónico y óxido de carbono que se desprende, mientras que la sal queda con esceso de base. Con los fosfatos de las cuatro últimas secciones se descompone por el contrario todo el ácido, al mismo tiempo que el óxido, resultando fósforo y metal que se combinan. El desprendimiento del gas es el mismo que en el esperimento precedente.

El agua no disuelve de estas sales sino las que son de base de potasa, sosa ó amoníaco; las demás solo se disuelven en un esceso de ácido. He aquí por qué ciertos ácidos poseen la propiedad de disolverlas; pues que apoderándose de una parte de la base, dejan libre el ácido fosfórico que trasforma la sal en un fosfato ácido.

Caracteres genéricos.—Si se calienta un fosfato con un esceso de potasio, y se pone despues el residuo en contacto con el agua, se desprende gas fosfuro de hidrógeno que se puede inflamar. Y si por otra parte calentada la sal con el ácido sulfúrico no produce desprendimiento de gas hidrógeno fosforado que se inflama, esta sal es un fosfato ó es su modificacion.

Trataremos sólo de los fosfatos neutros de cal, de sosa y de amoníaco.

FOSFATO DE SOSA.---Esta sal es blanca, de sabor dulce y enverdece el jarabe de violetas. Se funde en agua de cristalizacion, esperimenta despues la fusion ignea, y se trasforma en un vidrio trasparente de pirofosfato. Espuesta al aire se eflorece. Es muy soluble, mas en caliente que en frio, y cristaliza en prismas oblicuos de base romboidal.

Contiene 1 átomo de ácido, 2 de base y 1 de agua $= P^2\ O^5\ 2\ N\ A\ O,\ H^2\ O$.

Es un purgante suave que se obtiene descomponiendo el fosfato ácido de cal por el carbonato de sosa, filtrando el líquido y evaporándole despues.

FOSFATOS DE CAL.---Vamos á estudiar tres combinaciones que forma la cal con el ácido fosfórico.

Fosfato neutro.---Esta sal es blanca, inodora, insípida, in-

descomponible por el calor; pero se funde en un esmalte blanco si la temperatura es muy elevada. Es insoluble en el agua y en el alcohol; soluble en los ácidos azóico, clorhídrico y fosfórico. Se obtiene por doble descomposicion.

Se ha conservado el nombre de fosfato neutro, aunque es un fosfato básico = $P^2 O^5 3 Ca O$. Tiene poco uso.

Fósfato básico de los huesos.---Todos los huesos de los animales estan formados en gran parte por una sal, la cual está compuesta de 3 átomos de ácido fosfórico y 8 de cal. Se puede obtener calcinando al aire libre los huesos, tratándolos por el ácido clorhídrico ó nítrico, y precipitando el líquido por un esceso de amoníaco. Se recoge el precipitado gelatinoso, se lava y se calcina.

Desempeña un papel muy interesante en la economía animal y en la vegetacion. Se emplea en los laboratorios, en las artes y en medicina; pero su uso mas frecuente es para preparar el siguiente fosfato.

Bifosfato.—Se obtiene tratando los huesos calcinados pulverizados y desleidos en agua por el ácido sulfúrico concentrado. Este ácido se apodera de una parte de la cal y deja libre el ácido fosfórico: este, combinándose con una porcion del fosfato de los huesos, constituye el fosfato ácido muy soluble. Se decanta, se evapora hasta consistencia de jarabe, y por el enfriamiento se forman pequeñas láminas micáceas de poca consistencia, que son el bifosfato. Esta sal calcinada con carbon produce el fósforo.

FOSFATO DE AMONIACO.—Es blanco, inodoro, y de un sabor picante. Enverdece el jarabe de violetas y no sufre alteracion al aire. Cuando se calienta se funde, se descompone perdiendo su amoníaco, y pasa al estado de ácido pirofosfórico vidrioso que contiene siempre un poco de amoníaco.

El agua le disuelve mejor en caliente que en frio. El líquido caliente deposita por el enfriamiento cristales que son prismas de cuatro lados terminados por pirámides de cuatro caras.

Este fosfato se encuentra unido á los fosfatos de sosa y de magnesia en la orina de algunos animales.

Para obtenerle se usa el mismo procedimiento que hemos dicho para la preparacion del fosfato de sosa, solo que en este caso se emplea el amoníaco líquido.

Uso del fosfato de amoniaco para hacer incombustibles los tejidos mas inflamables.---Este fosfato posee la singular propiedad de hacer incombustibles las telas que se sumergen en su disolucion. Para servirse de él se hace una disolucion concentrada de esta sal, y se sumerge en ella el tejido, por ejemplo la gasa, se deja secar y puede esponerse en seguida á la llama de una bujía sin que se inflame. Este efecto es fácil de concebir. La sal se descompone, deja libre el ácido fosfórico que cubre el tejido y se opone de este modo á la accion del aire. Esta propiedad es comun á todas las sales solubles capaces de esperimentar la fusion ígnea al calor rojo oscuro.

Boratos.---Si el borato es insoluble, se tratará por el ácido nitrico para obtener el ácido bórico, que combinándose con la sosa dará un borato soluble. Si la sal es soluble en el agua se disolverá en caliente y se echará poco á poco ácido sulfúrico ó clorhidrico, hasta que enrojezca lijeramente la tintura de tornasol. Se precipitan entonces cristales laminosos, los cuales se lavan repetidas veces con pequeñas cantidades de agua fria, y que se reconocerá ser compuestos de ácido bórico por las propiedades siguientes: se funden á un grado de calor rojo en un vidrio trasparente, el cual es casi insípido, fijo, altera débilmente la tintura de tornasol y la colora en rojo vinoso. Es poco soluble en el agua á la temperatura ordinaria, lo es mucho mas en el agua hirviendo, y casi tanto como en esta en el alcohol. La disolucion acuosa y saturada en caliente deposita por el enfriamiento el ácido bajo la forma de escamas. La disolucion alcohólica se quema con una llama verde, sobre todo agitándola con un tubo cuando principia á depositarse.

Composicion.—En los boratos neutros la cantidad de oxígeno del óxido es á la cantidad de oxígeno del acido como 1 es á 6.

Borato de sosa.—(*Bórax.*)—Esta sal se prepara en Francia saturando el ácido bórico por el carbonato de sosa que suministran muchos lagos de Italia. Esta sal existe en gran cantidad en algunos lagos del Asia; se espende con el nombre de tinkal ó bórax bruto; contiene tambien en combinacion con la sosa una materia jabonosa. Se purifica lavándola con agua fria y dejándola en contacto con ella durante 12 horas. Por este procedimiento se disuelve parte de la sal y se echa sobre la disolucion cloruro cálcico, en tanto que se forme precipitado de una combinacion de cal y de la materia grasa. Se evapora el líquido y se deja cristalizar. El tinkal da $\frac{3}{4}$ de su peso de bórax puro. Esta sal tiene un sabor alcalino; se disuelve en 12 veces su peso de agua fria y en 2 de agua hirviendo; se eflorece lentamente y se vuelve luminosa cuando se frota en la oscuridad. Contiene 47 de agua y cristaliza bajo la forma de prismas hexaedros. Segun Payen y Burat, si se hace cristalizar á la temperatura de $+ 30°$, se obtiene una sal que no contiene mas que 20 por 100 de agua y que cristaliza en octaedros regulares. Este es el *bórax octaédrico* que prefieren en muchas artes al bórax prismático.

Silicatos.—Son muy abundantes en la naturaleza; constituyen las rocas de los terrenos primitivos. En los silicatos el oxígeno del ácido es un múltiplo del oxígeno del óxido por los números 1, 2, 3, 4, etc. Berzelius considera como neutros aquellos en que el ácido contiene tres veces tanto oxígeno como el óxido. Los silicatos son muy fáciles de reconocer. Basta reducirlos á polvo muy fino, mezclarlos con dos ó tres veces su peso de carbonato de potasa, y calentarlos mas ó menos fuertemente hasta que esten fundidos, ó á lo menos pastosos. Se separa entonces del fuego, se deslie la materia en mucha agua y se echa sobre ella ácido nitrico: este ácido la disuelve por completo si el silicato ha sido atacado en su totalidad. Se evapora la disolucion

poco á poco, y el ácido silícico se deposita bajo la forma de jalea. Continuando la evaporacion hasta sequedad y tratando el residuo por agua, se aisla la sílice que queda bajo la forma de polvo blanco. Al hablar de los vidrios trataremos de los silicatos mas importantes.

AZOATOS *(Nitratos)*.—Todos los azoatos se descomponen al fuego. Los unos desprenden oxígeno y despues se trasforman en azoatos; pero cuando la temperatura es mas elevada se desprenden á la vez el oxígeno, el ázoe y un poco de ácido hipoazóico, y pasan al estado de óxidos. Todos los azoatos en que el óxido tenga mucha afinidad con el ácido estan en este caso.

Los otros producen inmediatamente desprendimiento de oxígeno y ácido hipoazóico, y el óxido queda libre, sobreoxidado ó reducido, segun es ó no susceptible de alterarse. Si el ácido tiene poca afinidad con la base y la sal no puede obtenerse sin agua, entonces se volatiliza el ácido azóico sin descomponerse. Si se echan sobre carbones encendidos se funden como los cloratos. Casi todos los metalóides pueden descomponerlos, apoderándose del oxígeno del ácido. El ácido sulfúrico desaloja al ácido azóico á la temperatura ordinaria; los ácidos fosfórico, arsénico, etc., lo verifican tambien á una temperatura un poco mas elevada. En fin, el ácido clorhídrico le descompone en parte y forma agua.

Todos los azoatos son solubles en el agua ó en un esceso de ácido.

Caracteres genéricos.—Se reconocen en que puestos en contacto con un ascua, se funden; en que el ácido sulfúrico concentrado, frio ó caliente, hace desprender vapores blancos y picantes, y en que añadiendo á la mezcla limaduras de cobre y un poco de agua se producen vapores rojos.

En los azoatos neutros el oxígeno del ácido es al de la base como 5 es á 1=RO $(Az^2\ O^5)$.

AZOATO DE POTASA *(Nitro, sal de nitro, salitre)*.—Esta sal es blanca, de un sabor fresco y picante, cristaliza en prismas largos de seis caras, trasparentes y acanalados. No sufre alteracion al aire, á menos que este se halle cargado de humedad. Si se somete á un calor de 350° se funde, y si se vierte entonces en placas muy delgadas, constituye despues de frio el *cristal mineral* ó *sal prunela*. Calentándole mas desprende oxígeno, pasa al estado de azoito y por último al de potasa. Pulverizado con la tercera parte de su peso de azufre y con las dos terceras partes de potasa del comercio se obtiene una pólvora *fulminante* muy enérgica. Reducido á polvo y mezclado despues con carbon y azufre en proporciones convenientes, se obtiene la pólvora de cañon, de la que hablaremos poco mas adelante.

El nitrato de potasa se encuentra muchas veces en la superficie de las paredes húmedas, en los sitios espuestos á las emanaciones animales, como cuadras, corrales de ganado, etc. Se encuentra tambien en los lugares en que no existen materias animales, lo que hace creer que estas materias no son indispensables para la formacion del ácido azóico. Se supone que bajo la

influencia de las materias calcáreas y porosas es absorbido el aire y la humedad, y que sus elementos se unen de manera que constituyen el ácido azóico que se combinára con las bases. Cuando hay materias animales intervienen tambien en esta formacion.

Para obtener esta sal se saca por lejiviacion de las tierras que la contienen y se evapora el líquido. Pero en muchos paises donde los materiales contienen una corta cantidad de azoato de potasa, y por el contrario muchos mas azoatos de cal y de magnesia, lo separan de distinto modo. Despues de haber elegido los escombros que provienen de demoliciones, se lejivian hasta la completa estincion y se concentran las aguas que resultan hasta 25°, teniendo cuidado de separar un depósito que se llama *lodo*. Se efectua en este caso la descomposicion de los azoatos de cal y de magnesia, añadiendo una disolucion concentrada de carbonato de potasa : esta por doble descomposicion forma con la cal y la magnesia carbonatos insolubles, y con el ácido azóico azoato de potasa que queda en disolucion. Se decantan los líquidos y se evaporan hasta 45°, teniendo cuidado de separar la sal marina que se deposita. Llegado este punto se deja enfriar para que cristalice. El nitro que resulta de este *primer cocido* es impuro y se llama por esto *salitre bruto*. Para purificarle se disuelve en la menor cantidad posible de agua hirviendo, de manera que no puedan disolverse la sal marina y el cloruro de potasio; y cuando se ha separado de estos cuerpos se hace cristalizar de nuevo para obtener el nitro de *segunda cochura*. En fin, para separarle de algunas sales delicuescentes que contiene, se lava con una disolucion saturada de la misma sal, la cual no pudiendo ya disolver el nitrato de potasa se apodera de las demás sales solubles. Se tiene entónces el *nitro refinado* ó de *tercera cochura*, cuya sal no contiene agua de cristalizacion, y por esto su fórmula es simplemente $KO, Az^2 O^5$.

Usos.—Se emplea en la fabricacion de los ácidos nítrico y sulfúrico y en la preparacion del *antimonio diaforético*, del fundente de Rotrou, de los flujos blanco y negro, etc.

De la polvora.—La pólvora no es otra cosa que una mezcla íntima de salitre, de azufre y de carbon. Para que una pólvora sea buena es necesario : 1.° que la mezcla de las sustancias sea íntima: 2.° que el azufre y el nitro sean puros : 3.° que el carbon sea lijero y por consiguiente preparado con una madera lijera (frángula, álamo blanco, tilo, etc.): 4.° en fin, que las cantidades esten arregladas de manera que produzcan la mayor cantidad posible de gas. Deberá tenerse presente tambien que la forma y tenacidad del grano de pólvora y el lustre y densidad de la pasta influyen mucho sobre su calidad.

Las proporciones reconocidas como mejores para las cuatro pólvoras empleadas son las siguientes:

Pólvoras de guerra,		caza,	mina,	inglesa.
Salitre	75,0	78	65	76
Carbon	12,5	12	15	15
Azufre	12,5	20	20	9

Despues de haber pulverizado separadamente las sustancias en aparatos particulares y que difieren, segun el procedimiento que se emplea, se mezclan íntimamente y se reducen á pasta consistente por medio de un poco de agua; esta pasta se reduce despues á granos, los cuales se igualan y desecan. La pólvora de caza recibe una operacion mas con el objeto de alisarla, operacion que se hace antes de secarla.

Cuando se inflama la pólvora resulta una detonacion que se produce de la misma manera que la que se obtiene con las pólvoras fulminantes, y productos, que unos son gaseosos y otros sólidos. Los productos gaseosos estan formados de mucho gas ácido carbónico, ázoe, un poco de óxido de carbono, vapor de agua, carburo de hidrógeno y gas sulfhídrico. Los productos sólidos estan siempre formados de sulfuro de potasio, que á veces contiene un poco de carbonato de potasa.

La pólvora puede inflamarse tambien por medio de la chispa eléctrica lo mismo que por el fuego: por esto debe tenerse la precaucion de colocar pararayos sobre los almacenes de esta sustancia.

La pólvora debe conservarse con cuidado en parajes secos, porque de otro modo se deteriora.

El orígen de la *pólvora de cañon* y del *fuego griego* es una de las cuestiones mas interesantes en la historia de la química. A continuacion copiamos un trabajo muy interesante de Lalanne relativo á este asunto. Los romanos conocian una pólvora artificial, de la cual se servian en sus representaciones teatrales; algunos versos de Claudio atestignan esto mismo. Un escritor griego del siglo IV, Julio el Africano, refiere en el sétimo libro de su *Kestoi* un pasage notable, en el cual se hace mencion de una mezcla que se mueve por sí misma, que no se debe esponer al sol pasando al meridiano por temor de causar incendio, y que debe conservarse en una caja cuidadosamente cerrada.

En el tomo VIII, pág. 331 de las Memorias de los misioneros de Pekin se encuentra una carta escrita en esta ciudad el año de 1778 por el P. Amyot, en la cual traduce este misionero un escrito chino que tenia á la vista. Segun este manuscrito, los efectos de la pólvora se conocian incontestablemento en la China, muchos siglos antes de la venida de J. C., ó del principio de nuestra era, y la artillería habia tomado ya un gran desarrollo. En esta última época los chinos tenian ya numerosas máquinas de guerra, como el *rayo de la tierra*, la *colmena*, el *fuego devorador*, etc., y en fin, el *globo que contenia el fuego del cielo*. El P. Amyot añade que los efectos atribuidos á este fuego del cielo recuerdan la idea que se tenia comunmente del fuego griego, del que se servian muchos siglos antes de nuestra era. Considerando como un poco exagerada esta antigüedad tan remota, que por amor propio nacional asignan los chinos al uso de sus procedimientos en las artes, es incontestable, sin embargo, que los efectos mas

sencillos de la pólvora, como los fuegos artificiales, los cohetes, etc., eran conocidos entre ellos desde los primeros siglos de la era cristiana. Porque se sabe por numerosos documentos que establecen las relaciones mas frecuentes entre el imperio romano y el chino, que en el siglo VII hacian todavía un comercio activo en la India y á orillas del mar Rojo, y por esta via es, segun todas las probabilidades, por donde recibió Callinico el fuego griego.

Debemos prevenir aquí una objecion. Podria causar suma estrañeza que estando los griegos en posesion de la pólvora como arma de guerra, desde el siglo VII, no hubiesen sabido con el tiempo sacar de ella un partido mas ventajoso que el de los cohetes. Pero esto no debe sorprendernos: el secreto de la preparacion del fuego griego no estaba confiado entre ellos sino á un pequeño número de individuos; y no es ciertamente por este medio por el que se perfeccionan los descubrimientos. Si se tiene en cuenta que desde la primera aparicion de la pólvora en el Occidente han sido necesarios á lo menos dos siglos y el eficaz auxilio de todas las naciones nuevas é inteligentes de la Europa, solamente para que la artillería empiece á hacer un papel digno del porvenir que la está reservado, se comprenderá fácilmente que algunos obstáculos invencibles se opondrian á su progreso y á su desarrollo entre los griegos del Bajo Imperio, cuyo estado de decrepitud y de degeneracion se revela á cada página de su historia.

La pólvora de cañon se encuentra mencionada por primera vez con uno de los nombres que tiene todavía hoy, en una obra árabe que versa sobre las máquinas de guerra, cuyo autor vivia en Egipto en 1249; es decir, precisamente cuando tuvieron lugar las cruzadas de San Luis en los contornos de dicho país.

La pólvora debió seguir desde Egipto la ruta que le estaba naturalmente trazada por las conquistas árabes; es decir, la costa de Africa, desde donde no tardó en pasar á España. En esta nacion la vemos figurar en el año 1257 en el sitio de Niebla. Se hace tambien mencion de ella en un poema árabe sobre las máquinas de guerra, cuyo autor vivia en 1272. Muchos años antes de esta última fecha, Rogerio Bacon habia hablado de la pólvora en dos de sus diferentes obras; y despues de hacer de ella una minuciosa descripcion encomia con mucho esceso los resultados que con ella podrian obtenerse. Saca sus pruebas de los efectos producidos por el petardo. «Este juego de niños, dice él, es usado en muchas partes del mundo.» Sin embargo, la composicion de la pólvora debia ser conocida solamente por algunos adeptos, porque él solo la describe bajo el velo de una anagrama.

En fin, debemos decir alguna cosa relativamente al célebre tratado de Marcus Grecus: *liber ignium ad comburendos hostes.* De este tratado existen dos manuscritos en la biblioteca real de París; el mas antiguo es del siglo XIV. Se ignora en que época vivió el autor, porque es imposible admitir en este punto una asercion emitida por Dutens en sus *Orígenes de los descubrimientos atri-*

buidos á los modernos, y que ha sido repetida despues en muchas obras. Supone dicho autor que Marcus Grecus vivia antes del siglo IX: fundado en que encuentra, dice él, citado su nombre por el médico árabe Mesué. Esta suposicion no tiene otro fundamento que Mesué dice: *et dicit Græcus*; pero debe tenerse en cuenta que esta espresion se refiere á Hipócrates. Como quiera que sea este tratado traducido ciertamente del griego, contiene unas treinta recetas á cual mas insignificantes y mas absurdas unas que otras. Las mas notables entre ellas son las del fuego griego, y las de los *fuegos encontrados por Aristóteles que debian subsistir nueve años*. Pero hay dos, y una sobre todo, que dan la composicion de la pólvora, y estas son precisamente las recetas para la fabricacion de los cohetes volantes y del petardo, fabricacion descrita de la manera mas exacta y mas minuciosa. Este hecho notable confirma además la siguiente conclusion, que se deduce evidentemente de nuestras investigaciones: *que el cohete ha sido necesariamente el primer uso de la pólvora como arma de guerra*, resultado fácil de esplicar. La artillería en su desarrollo lento y tardío ha recorrido la progresiva serie de incertidumbre y de ensayos en que se encuentran subordinadas en los principios todas las ciencias humanas. El cohete, es decir, el tiro *incierto*, ha reinado sin contradiccion con el nombre de fuego griego, hasta que se realizó el invento del tiro *cierto*, es decir, de las bocas de fuego; pero cuando estas en la segunda mitad del siglo XV, adquirieron un grado suficiente de perfeccion, los cohetes dieron principio en su época de descrédito, y su uso fue abolido entre los pueblos que estaban por el arte militar casi al mismo tiempo que entre los griegos del Bajo Imperio. No ocurrió lo mismo entre los berberiscos, donde su uso se perpetuó por muy dilatado tiempo. En las guerras de Tippoo-Saëb contra los ingleses tiene únicamente lugar la artillería de los indios que se servian de él con grande habilidad, y esto produjo en sus enemigos la idea de introducirle en Europa. Hoy, merced á los adelantamientos que forzosamente habian de resultar de largos años de estudios y de guerras, se ve al cohete, bajo el nombre de cohete á la congreve, procurarse un lugar distinguido, que acaso los incesantes progresos de la ciencia le harán perder por segunda vez.

Un autor árabe es el primero que hace mencion del cañon empleado en el sitio de Baza, sitio que fue puesto por el rey de Granada el año de 1323. El uso de esta arma se difundió al instante en Francia, donde por las cuentas de gastos de 1338 y 1345, se ve usada ya en esta época. Los ingleses se sirvieron de ella en la batalla de Créci, la cual tuvo lugar el año de 1346: la relacion de Villani, muerto en 1348, hace deponer toda duda sobre este particular. Es de notar que la Francia es despues de España el país de Europa en que se conoce la pólvora desde lo mas antiguo. Para terminar este asunto, vamos á espresar en seguida los datos relativos al uso de la pólvora en los demás paises del Occidente.

La Italia no posee testos auténticos en que se hable de la pól-

vora con anterioridad al diálogo de *Gaudium et Ratio*, escrito por Petrarca de 1358 á 1360, ni á las actas del año 1359 publicadas por Fantuzzi (*Monumenti Ravennati*, tom. V). En 1360 el consistorio de Lubec fue incendiado por la negligencia de los que preparaban la pólvora para las *bombardas*. Se hace mencion de los cañones en la crónica turíngica de J. Rothe, publicada el año de 1365. En 1372 el senado de Ausburgo hizo fundir 20 cañones. Y en fin, una carta escrita el mismo año manifiesta la sentencia á muerte impuesta á un vecino de Ripa, en virtud de haber llevado á los enemigos de la ciudad dos sacos llenos de azufre y salitre con destino á sus máquinas.

Se ve por lo dicho cómo se engañan los historiadores que quieren ver en Bertoldo Schwartz, monge aleman, el inventor de la pólvora de cañon, ó que suponen que los venecianos fueron los primeros que se sirvieron de ella en el sitio de Chioggia, ocurrido el año 1380.

El uso de los fusiles es muy posterior al de los cañones. En la defensa de Arras verificada el año de 1414, fue cuando los Borgoñones hicieron uso de los arcabuces por la primera vez. El fusil de chispa fue inventado en 1630.

Azoato de plata.—Es incoloro, de un sabor acre, amargo, muy cáustico, inalterable al aire, cristalizable en láminas muy anchas. Esta sal es soluble en el agua; su disolucion produce sobre la piel manchas de color violado que no desaparecen sino con la epidermis. El cloro y los cloruros producen un precipitado blanco cuajado de cloruro de plata. Espuesta á un calor suave, se hincha y esperimenta la fusion ígnea: si se echa en este estado en una rielera, se obtiene lo que se conoce con el nombre de *piedra infernal*. Calentada á una temperatura mas elevada, se descompone enteramente, reduciéndose la plata. La potasa y la sosa precipitan de sus disoluciones un óxido de color de aceituna: puesto este óxido en contacto con el amoníaco líquido y evaporado despues, produce una masa que se llama *plata fulminante*.

El nitrato de plata se prepara tratando este metal por el ácido azóico y concentrando la disolucion para que cristalice.

Se emplea esta sal para hacer la piedra infernal usada en medicina para corroer las carnes fungosas, y para reanimar las úlceras indolentes.

Azoato de bismuto.—Cuando se disuelve el bismuto en el ácido azóico concentrado, se forman grandes cristales incoloros y trasparentes de sal neutra, los cuales se blanquean al aire y tienen la propiedad de ser delicuescentes. Son solubles en una pequeña cantidad de agua; pero cuando se los trata por 80 veces su peso de este líquido, se descomponen completamente. Esta descomposicion da lugar á la produccion de una sal ácida que queda en disolucion, y de una subsal que se precipita y que es conocida con el nombre de *blanco de afeite* ó *magisterio de bismuto*.

Cloratos.—Todos los cloratos son descomponibles por el fue-

go : los de la 2.ª seccion producen oxígeno, cloro y un óxido, y los demás oxígeno y un cloruro.

Puestos sobre carbones encendidos activan la combustion por su oxígeno, y se dice entonces que la sal *se funde*. Todos los cuerpos combustibles ávidos de oxígeno descomponen estas sales tan súbitamente que producen una denotacion mas ó menos fuerte. La mezcla de estos cuerpos con los cloratos constituyen las *pólvoras fulminantes*.

El agua disuelve todos los cloratos, escepto el de protóxido de mercurio, y sus disoluciones no se enturbian por el azoato de plata, en lo que se distinguen de los cloruros.

En los cloratos neutros el oxígeno del ácido es al de la base como 5 es á $1 = R\,O,\,Cl^2\,O^5$.

Caracteres genéricos.—Si una sal arrojada sobre carbones encendidos activa la combustion; si espuesta al aire no esparce ningun olor de cloro; si tratada por el ácido sulfúrico desprende un gas amarillo de olor fuerte y análogo al del cloro; si en fin, su disolucion no se enturbia por el azoato de plata, se sabrá con certeza que esta sal es un clorato.

Clorato de potasa.—Es el único clorato que tiene algun uso. Esta sal es blanca, de un sabor fresco un poco acerbo; cristaliza en láminas romboidales. Se funde antes del calor rojo; despues hierve y se descompone en oxígeno é hiperclorato; este tan solo se descompone á una temperatura muy elevada. Si se mezcla con un cuerpo combustible, con el azufre, por ejemplo, y se vierte despues sobre él una gota de ácido sulfúrico concentrado, resulta una combustion viva, debida á la descomposicion repentina del ácido clórico. Se ha sacado partido de esta propiedad para la fabricacion de pajuelas llamadas *oxigenadas*.

Esta sal no contiene agua. Su fórmula es $K\,O,\,Cl^2\,O^5$.

Es siempre un producto del arte. Se procura haciendo pasar una corriente de cloro por una disolucion concentrada de potasa; la sal se precipita en escamas brillantes. (Véase la pág. 181 para la teoría.)

Usos.—Se sirven de esta sal para obtener el oxígeno y el deutóxido de cloro; para hacer las pajuelas oxigenadas y las pólvoras fulminantes, empleadas estas como cebo en los fusiles de piston.

Pólvoras fulminantes.—Para prepararlas se hace uso del clorato de potasa y de un cuerpo combustible. Se empieza por reducir á polvo separadamente el clorato y el cuerpo combustible. Este puede ser el carbon; el azufre, el licopodio; el fósforo, un sulfuro, etc. Concluida esta pulverizacion se procede á la mezcla. Si el cuerpo combustible es el carbon ó una materia vegetal, se puede hacer la mezcla en un mortero. Si por el contrario es el azufre ó un sulfuro, es necesario hacer la mezcla con las barbas de una pluma. En fin, para el fósforo, despues de haberle reducido á polvo agitándole en agua caliente, se cubre con esencia de trementina; se mezcla al clorato con las barbas de una

pluma y se divide en pequeñas porciones. Para hacer detonar todas estas pólvoras, no hay mas que colocarlas sobre una bigornia y golpearlas fuertemente con un martillo. Se observa, sin embargo, que las que tienen por base el carbon ó las materias vegetales, no detonan bien sino cuando estan cubiertas de un papel y se hallan sometidas á un golpe violento. En todos los casos se aproximan por el choque á los elementos y se eleva la temperatura, que es lo que determina la reaccion de los unos sobre los otros. Los gases que se forman desprendiéndose instantáneamente producen una fuerte vibracion entre las moléculas del aire, de donde resulta la esplosion. Por lo demás es fácil prever los resultados de esta descomposicion que varian en cada cuerpo combustible.

Las pólvoras fulminantes se usan con mucha frecuencia; se hacen con ellas las pajuelas que se inflaman por la simple presion. Antes de dejar esta materia diremos alguna cosa de otras *pólvoras fulminantes.*

MERCURIO FULMINANTE DE HOWARD.—*Fulminante mercurioso.* —Se disuelven $\frac{2}{3}$ de mercurio en 20 de ácido nítrico de una densidad de 1,36 á 1,38; se añaden á la disolucion fria 27 de alcohol de una densidad de 0,85; se calienta la mezcla en baño de arena, y cuando la ebulicion se manifiesta bastante fuerte se añaden pequeñas porciones de alcohol en cantidad igual á la primitivamente puesta. Se recibe sobre un filtro el fulminante formado. Es un polvo de un color gris amarillento que se purifica disolviéndole en agua hirviendo y dejándole cristalizar. Cuando se calienta esta sal á 186°, ó se somete á una fuerte percusion, se quema con una violenta esplosion. Se emplea para la fabricacion de los pistones. Howard ha intentado sustituirla á la pólvora comun; pero como la esplosion se hacia en un espacio de tiempo tan corto, las mas veces se fracturaba el cañon.

Fulminante de plata.—Esta sal se prepara como la correspondiente al mercurio, y es aun mas peligrosa de manejar que aquella; el mas lijero frote basta para ocasionar una terrible esplosion. Todos estos productos exigen para su preparacion una gran prudencia; la falta de este requisito ha dado orígen muchas veces á terribles accidentes.

El ácido fulmínico es un ácido resultante de la union del oxígeno con el carbono y el ázoe. No se ha podido aislar.

HIPOCLORITOS.—(*Cloritos*, *cloruros de óxidos*).—Los hipocloritos han sido hasta ahora muy poco estudiados. Su historia empezada por Berzelius y Soubeiran ha sido continuada por Balard, en un trabajo de que hemos dado ya un resúmen sucinto hablando del ácido hipocloroso.

Los hipocloritos tienen un olor de cloro, un sabor particular, y destruyen los colores azules vegetales. Los conocidos hasta aquí son solubles en el agua, y su disolucion posee la propiedad decolorante en el mas alto grado. Todos son descompo-

nibles por la accion del calor; se desprende cloro y la sal se trasforma en clorato cuando el calor se aplica á la disolucion; y se desprenden cloro y oxígeno si el calor es directo, en cuyo caso queda un cloruro.

Espuestos al aire, dejan desprender cloro: el ácido carbónico del aire se une al óxido y deja libre el ácido hipocloroso. Este ácido reaccionando sobre el cloruro que acompaña siempre al hipoclorito oxida el metal, mientras que el cloro del cloruro y el del ácido se desprenden, y el óxido formado se combina con el ácido carbónico del aire.

Todos los ácidos obran sobre ellos de la misma manera que el ácido carbónico.

Los cuerpos combustibles los descomponen, apoderándose del oxígeno del ácido: he aquí por qué obran como decolorantes y desinfectantes.

Estan compuestos de tal modo, que la cantidad de oxígeno del óxido es igual á la del oxígeno del ácido$=$R O, Cl^2 O. Es de notar que los que se obtienen en las artes, contienen mucho cloruro y mas ó menos clorato.

Solo se emplean tres hipocloritos, que son los de cal, de sosa y de potasa.

Hipoclorito de sosa. (*Clorito de sosa, cloruro de sosa,* etc.)— Se emplea siempre en estado líquido. Se puede obtener por doble descomposicion, tratando el hipoclorito de cal por el carbonato de sosa y filtrando el líquido. Ordinariamente se hace una disolucion débil de carbonato de sosa, y se hace pasar por ella una corriente de cloro: una parte de carbonato pasa al estado de bicarbonato de sosa, y la otra se reduce á sosa, con la cual se verifica la reaccion. Esta sosa se divide en dos partes: la una cede 1 átomo de oxígeno á 2 de cloro, para formar ácido hipocloroso que se combina con la sosa no descompuesta; y el átomo de sosa que ha perdido su oxígeno, se combina á 2 átomos de cloro para formar un cloruro: á mas se forma casi siempre un poco de clorato. Resulta en consecuencia de dicha reaccion que esta sal es una mezcla de hipoclorito de sosa, de bicarbonato de la misma base, de cloruro de sodio y muchas veces de un poco de clorato de sosa.

Hipoclorito de potasa.—(*Agua de Javel*). Sustituyendo en la operacion precedente una disolucion de carbonato de potasa á la de carbonato de sosa se obtiene el líquido conocido con el nombre de *agua de Javel*.

Hipoclorito de cal.—(*Clorito de cal, cloruro de cal.*)—Esta sal, tal como se prepara, es sólida y en forma pulverulenta; pero solo se emplea en disolucion ó dividida en el agua. Se prepara en grande haciendo llegar á una cámara en que se han colocado tablas que contienen cal hidratada, una corriente de cloro; este se combina poco á poco con la cal, y produce el hipoclorito, que es una mezcla de cloruro de calcio y de hipoclorito con esceso de base. Esta sal tratada por el agua, abandona á esta su cloruro de calcio y su hipoclorito neutro, mientras se precipitan dos átomos de cal La teoría es la misma que para las sales precedentes.

Usos, aplicaciones.—Se sirve de este hipoclorito como de los precedentes para blanquear los tejidos y el papel, para desinfectar los anfiteatros de anatomía, los lugares comunes, las pescaderías, los talleres de cuerdas de guitarra, etc.

Millon ha tratado de eliminar la presencia del ácido hipocloroso, y de sus sales para sustituirles la opinion de que son sobreóxidos, en los cuales un átomo de oxígeno es reemplazado por un doble átomo de cloro; ej. KO Cl^2 O=KO^2, Cl^2. Pero esta esplicacion no está de acuerdo con la esperiencia; esta demuestra que echando el deutóxido de mercurio sobre el cloro gaseoso, pierde este último su color en muy poco tiempo y se trasforma en un gas compuesto de dos volúmenes de cloro y uno de oxígeno. Este gas es soluble en el agua, posee la propiedad decolorante y goza la circunstancia de unirse á las bases.

§ XII. Aplicaciones principales.

Bajo el epígrafe de aplicaciones principales he reunido los objetos de aplicacion mas interesantes. He hecho abstraccion de ellos en el discurso de la obra por no interrumpir el órden didáctico. Y he enriquecido esta edicion con dos cortas noticias sobre los objetos mas importantes de la higiene, las causas de insalubridad del aire y del agua y los medios de remediarla.

Causas de la insalubridad del aire y medios empleados para prevenirlas ó combatirlas.—Las causas de insalubridad del aire pueden reducirse á dos principales: 1.ª podrá alterarse el aire, porque los hombres ó los animales esten reunidos en gran número en un espacio cerrado y limitado, ó bien por la continuada combustion del carbon, ó de otros cuerpos en un espacio igualmente cerrado; 2.ª podrá alterarse tambien por los miasmas ó gases deletéreos, como sucede en los paises pantanosos y en las salas de los hospitales.

Del aire confinado.—El primer químico que se ocupó en la cuestion del aire confinado fue Lavoisier. Señaló las diferencias de composicion en el aire, cuando está contenido en recintos cerrados, ó cuando respiran de él muchos individuos durante largo tiempo.

Lavoisier cita dos esperimentos en una sala de hospital, y otros dos en una sala de espectáculo; las proporciones de ácido carbónico que él ha reconocido en estas diversas circunstancias, estan comprendidas entre 1 ½ y 3 por 100. Calificó el primero al ácido carbónico, no solo como un gas irrespirable, sino irritante y deletéreo, en dosis mas elevada.

Lavoisier atribuye al ácido carbónico la incomodidad que se esperimenta muchas veces en las reuniones numerosas, malestar que se atribuye generalmente al calor. Apoyado en esperimentos hechos sobre animales sumergidos en atmósferas limitadas, establece como principio que los efectos observados deben atribuirse á la accion mas ó menos prolongada del ácido carbónico en dosis insuficiente para asfixiar, y no á la disminucion en la

proporcion de oxígeno, si no se pasa mas allá de ciertos límites.

Leblanc en estos últimos tiempos se ha ocupado con gran esmero en la cuestion del aire confinado: voy á dar aquí las consideraciones generales y las conclusiones prácticas que se deducen de sus esperiencias.

1.ª Muchas causas pueden contribuir á hacer insalubre una atmósfera limitada; pero es necesario reconocer como un hecho probado por la esperiencia, que la proporcion de ácido carbónico en los lugares habitados y cerrados, casi siempre apreciable, se aumenta con el grado de insalubridad, y puede sugerir por decirlo así la proporcion de él este ácido. Cuanto mas se aumenta la dosis de ácido carbónico, mas urgente es la necesidad de renovar el aire. Cuando esta proporcion llega á 1 por 100 para los efectos de la respiracion, la estancia de los hombres en una atmósfera semejante no podria prolongarse sin escitar al instante una sensacion de malestar sumamente graduada. En este caso la ventilacion se hace indispensable. si se quiere que la respiracion vuelva á sus condiciones normales. En igualdad de circunstancias no parece dudoso que la sola presencia del ácido carbónico á esta dosis y en lugares cerrados pueda ejercer sobre el organismo una influencia sensible, principalmente si la accion se prolonga por algun tiempo.

La pureza del aire en un recinto ventilado puede no depender únicamente de la cantidad que afluye en un tiempo dado, sino que el acceso y la salida del aire, y por consiguiente su distribucion debe tener suma influencia sobre su estado químico. El sistema de ventilacion concebido sobre bases mas amplias y que verificaria la purificacion mas completa, es el de que el aire espirado fuese arrastrado por un movimiento ascensional, el cual le impidiese volver hácia la zona de respiracion. Tal parece ser el principio que ha guiado á los constructores ingleses en las disposiciones propias para asegurar una ventilacion eficaz en la Cámara de los Comunes de la Gran Bretaña. Los orificios de acceso y de salida estan allí mas multiplicados que en nuestras salas ventiladas.

Como se procura generalmente tomar el aire destinado para la ventilacion á la temperatura menos elevada posible, convendria bajo este punto de vista buscarlo en las cuevas situadas bajo el nivel del suelo.

La dosis de cinco milésimas de ácido carbónico acumulado en un recinto por efecto de la respiracion, es un límite que es necesario no dejar pasar. Durante el estío siendo la temperatura de 20 centígramos en la sala, no es estraño que el concurso haga insuficiente la ventilacion de 16 á 18 metros cúbicos.

Cuando se trata de recintos habitados y desprovistos de aparatos de ventilacion ó de chimeneas, la esperiencia prueba que no se puede juzgar como muy eficaz la renovacion del aire á favor de las junturas de las puertas y ventanas. Efectivamente se tiene observado que generalmente estos efectos no llegan á reducir la alteracion á la mitad de lo que sucederia en una capacidad rigurosamente cerrada, pero en la que todas las cosas es-

tuviesen dispuestos de la manera conveniente. Cuando el recinto cerrado no deba ser ventilado, convendrá determinar su capacidad en los términos que se va á espresar. Un dormitorio de 50 habitantes que esté cerrado durante ocho horas deberá tener 6×8×50=2400 metros cúbicos, ó sea cerca de 50 metros cúbicos por individuo durante la noche, y al cabo de este tiempo la ventilacion será ya necesaria. Muchas salas de hospitales tienen una capacidad que dista mucho de estar en proporcion con el número de sus habitantes.

En un dormitorio aguardillado del hospicio de la Salpêtrière de París no es necesario para cada individuo mas que un metro cúbico 5 c. en cada hora. Se podria citar el dormitorio de una cárcel en que este número se reduce á 0 metros 7 c. Tales son tambien las circunstancias en que se encuentra colocado el anfiteatro de la Sorbona.

El doctor Poumet ha hecho patente que la ventilacion no era tan cumplida como correspondia en las salas de los hospitales de París que él ha examinado.

En vista de los resultados enunciados parece demostrada la necesidad de aparatos de ventilacion, tan indispensable para la salubridad en todos los casos en que inevitables circunstancias se opongan á construcciones públicas mas estensas, destinadas á contener una numerosa poblacion. Bajo el punto de vista de la higiene de los hospitales, la renovacion continua del aire viciado por causas tan numerosas ¿no ofreceria ventajas á la ventilacion periódica, determinada por la abertura de las ventanas, cualquiera que sea el rigor de la temperatura esterior?

Las condiciones de la morada de los obreros en un gran número de talleres y de fábricas facilitarian tambien motivos de penosas observaciones. ¿No es necesario formar votos para que el cuidado de la administracion nombrada á este efecto llegue á hacer obligatorias medidas de sanidad, fáciles de realizar las mas veces, y para que pueda ejercer una vigilancia activa sobre la ejecucion de estas medidas? ¡Qué de tristes ejemplos de degeneracion física y moral no podrian citarse, cuya causa principal es debida á las funestas condiciones del medio en que el hombre está sujeto á vivir en estas circunstancias!

Las análisis de atmosféras artificiales tienden á establecer que la dosis de ácido carbónico puro que un hombre podria soportar sin sucumbir inmediatamente, es bastante considerable á juzgar por los efectos observados en los animales. La vida de un perro puede prolongarse algunos instantes en una atmósfera que contenga 30 por 100 de ácido carbónico y 70 por 100 de aire ordinario. El gas contiene por consiguiente 16 por 100 de oxígeno.

La resistencia á la asfixia bajo la influencia de esta causa es tanto menor, cuanto mas elevada es la temperatura natural del animal.

En una atmósfera que contenga 5 á 6 por 100 de ácido carbónico puro para los efectos de la respiracion ó de la combustion, la llama de una bujía se estingue, y la vida del animal puede continuar;

pero la respiracion es trabajosa, y los animales de sangre caliente son ya presa de una incomodidad profunda.

Se ha tenido muchas veces oportunidad de reconocer en las minas que los obreros han podido vivir en una atmósfera en que no podia sostenerse la combustion; pero el grave peligro de permanecer en un lugar semejante está atestiguado por demasiados accidentes, para que sea necesario insistir sobre este punto.

Sera, pues, fundado considerar como dañosa una atmósfera en que el ácido carbónico figure en las mismas cantidades que en el aire espirado por nuestros pulmones. La esperiencia enseña que aun bajo de este limite la respiracion no se hace de una manera nórmal. Se puede demostrar esta asercion, observando que la proporcion de ácido carbónico aumenta á medida que el aire inspirado es trasportado en el torrente de la circulacion. De suerte que en los momentos que preceden á su espulsion, nuestros órganos pueden encontrarse sometidos al contacto de un gas notablemente mas cargado de ácido carbónico que el aire aspirado en las circunstancias ordinarias. La esperiencia y el razonamiento están acordes para probar que puede tener influjo sobre nuestros órganos una cantidad de ácido carbónico inferior á un céntimo.

Las esperiencias de ventilacion hechas bajo la direccion de Peclet é independientes de toda idea teórica concebida anticipadamente señalan el número de 6 m. c. á 10 m. c. como cantidad necesaria á un hombre cada hora, si se quiere mantener su respiracion en las condiciones acostumbradas. Esto es lo que resulta de numerosos ensayos: los asistentes al recinto ventilado debian juzgar de la falta ó del exceso de aire bajo la influencia de dosis variables.

La análisis nos enseña que con un sistema de ventilacion basado sobre una cantidad de aire de 10 á 20 m. c. por hora y por hombre, el aire que sale del recinto puede presentar todavía proporciones de ácido carbónico, comprendidas entre 2 y 4 milésimas. Ejemplo de este caso presenta la Cámara de diputados.

Aun no existe una esperiencia que pueda llamarse decisiva, relativa al grado de alteracion del aire, hecho asfixiable por la combustion del carbon. Leblanc ha observado que una atmósfera que en estas circunstancias contenga 3 á 4 por 100 de ácido carbónico venia á ser súbitamente mortal para un perro grande; mientras que para producir el mismo efecto el ácido carbónico puro es necesario de 30 á 40 por 100 de este gas. El mismo químico ha probado que siendo el efecto independiente de la temperatura, precede á la muerte la estincion de la bujía. Un kilógramo de carbon en combustion puede hacer asfixiable el aire de una pieza cerrada, cuya capacidad ascienda á 25 metros cuadrados. Estos resultados comprueban las consideraciones presentadas ya hace largo tiempo por muchos sabios sobre los peligros consiguientes á ciertas maneras de producir el calor. Tambien justifican plenamente las observaciones de Gay-Lussac, relativas á un nuevo procedimiento de calentar traido de Inglaterra

y cuyos efectos eran espeler del recinto calentado los productos de la combustion del carbon. No solamente puede hacerse irrespirable la atmósfera por la formacion del ácido carbónico y la desaparicion del oxígeno, cualidad que adquiere aun cuando la porcion quemada sea en pequeñas cantidades, sino que además puede adquirir rápidamente propiedades deletéreas en el mas alto grado. Leblanc y Dumas han demostrado que la energía tóxica de una atmósfera asfixiable bajo estas influencias se debe atribuir particularmente á la presencia del óxido de carbono señalado por la análisis. Con efecto, esparcido este gas en el aire solo á la dosis de 1 por 100, constituye una atmósfera casi inmediatamente mortal para los animales de sangre caliente. Las proporciones de ácido carbónico y la falta de oxígeno son circunstancias que bien observadas no deberian producir ni con mucho efectos tan violentos. Es necesario, pues, apresurarse á señalar los peligros que pueden resultar de la presencia accidental del óxido de carbono en el aire, peligros sobre los cuales no se está suficientemente instruido, particularmente cuando se refiere á la influencia de dosis tan pequeñas. Se concebirá muy bien que con una cantidad de carbon real, quemado en una habitacion, se podrán observar efectos muy variables, efectos que dependen del grado de combustibilidad del carbon empleado y de las proporciones relativas de aire y del combustible puestos en contacto por un tiempo dado.

Medios de purificar el aire confinado.—El sabio que se ha ocupado con mas buen éxito en los medios de purificar el aire, es sin contradiccion Darcet. Este químico ha puesto en práctica ingeniosos y útiles procedimientos para ventilar en provecho de la salubridad las salas de grande concurrencia, los talleres de los doradores, las salas del hospital de San Luis, la casa de moneda, tenerías y letrinas públicas. El objeto de Darcet en el uso de estos medios consiste en establecer un buen sistema de ventilacion. Para obtener este efecto, basta calentar el aire viciado, obligándole á pasar por un conducto calentado directamente por una lámpara ó por la inmediacion de una chimenea que sirva para otros usos. El aire que adquiere mas lijereza, á medida que se eleva la temperatura, sale por el conducto que evacua al esterior de la habitacion, y determina así la afluencia del aire frio de fuera por todas las aberturas que existen en ella, como las puertas, las junturas de las ventanas, etc. Esta disposicion es á lo que se da el nombre de *sistema de atraccion*. Las aberturas de aspiracion deben ser iguales en superficie á la seccion del *conducto de atraccion* si la celeridad del aire es igual por todas partes. Las chimeneas y las estufas son, segun este principio, muy poderosos hornos de aspiracion, y cuando se hallan perfectamente construidas, determinan en nuestras habitaciones una renovacion continua de aire. Peclet se ha ocupado tambien con muy buen resultado en los procedimientos de ventilacion.

Segun Poumet, para proveer á las necesidades de la respira-

cion y para reducir á 2 por 100 el ácido carbónico que desprende esta, así como para evaporar los productos de la traspiracion cutánea y pulmonar, la ventilacion en las salas de los hospitales deberá suministrar por enfermo y por hora 30 m. c., 200 litros de aire puro á 16 grados de temperatura.

Del aire alterado por los miasmas ó gases deletéreos.—El aire alterado por los miasmas ó los gases deletéreos puede producir un gran número de enfermedades muchas veces mortales. Seria pues muy importante para nosotros conocer estas alteraciones; pero desgraciadamente el estado de la ciencia en este punto está lejos de ser completamente satisfactorio. Sin embargo muchas cuestiones, especialmente las que se refieren á los gases deletéreos, han recibido acertadas soluciones.

Miasmas.—Muchas enfermedades, y particularmente las fiebres eruptivas, tales como la viruela, la escarlatina y el sarampion, pueden trasmitirse por el intermedio del aire. Se ha dado el nombre de *miasmas* á estas partículas deletéreas que pueden trasportarse á lo lejos por el intermedio del aire. Este fluido contiene las mas veces materias diversas que nuestro olfato nos revela, y que nos demuestra fácilmente la análisis química. He aquí las esperiencias que establecen la existencia de materias animales en el aire, en condiciones determinadas. Thenard y Dupuytren han demostrado que agitando el agua destilada en un anfiteatro de diseccion, se obtiene un agua que abandona copos de materias animales, y concluye por corromperse.

No se puede menos de admitir la existencia de materias animales en el aire no renovado; existencia que se manifiesta muchas veces por un olor repugnante. Peclet y Dumas afirman que el aire espulsado por las chimeneas de aspiracion destinadas á ventilar las salas de reuniones numerosas, exhala casi siempre un olor infecto, olor que no se podria soportar impunemente, aun durante un corto espacio de tiempo.

Mascati ha hecho ver que suspendiendo globos de vidrio llenos de hielo en el aire de los arrozales de la Toscana ó en el de las salas de los hospitales, se condensaba un agua que contenia una materia animal susceptible de corromperse. Esta observacion que corresponderá siempre en una sala de hospital llena de enfermos, no demuestra sin embargo la presencia de miasmas nocivos; porque una aglomeracion de individuos sanos conduciria al mismo resultado. Sin embargo, las enfermedades simples y fáciles de curar, cuando se observan en las ciudades se hacen muchas veces mortales y contagiosas en los hospitales por el solo hecho de la numerosa reunion de individuos. Deberian hacerse minuciosas investigaciones con el fin de precaver tan funestas consecuencias. Boussingault y Rivero han observado, que el ácido sulfúrico concentrado y bien puro se ennegrecia en el espacio de doce horas, esponiéndole al aire de Maracay y de Valencia. Estos sabios atribuyeron este efecto á la presencia de los numerosos insectos que se encuentran en la atmósfera.

Medios empleados para destruir los miasmas.—Las fumigacio-

nes de cloro y los cloruros alcalinos de que hemos hablado ya, se emplean con eficacia para destruir los miasmas.

Gases deletereos.—(*Mal aria* , *cattiva aria.*) —El asunto de que nos vamos á ocupar , pertenece á los de la mayor importancia en la ciencia. Se trata de examinar las causas que hacen tan sensible la permanencia en ciertos paises pantanosos, particularmente en muchas partes del litoral de la Francia meridional, de la Italia y del Africa occidental. Debemos decir tambien, que estando bien determinadas las causas, estan naturalmente indicados los medios de prevenir las fiebres graves que indispensablemente se desenvuelven en estos lugares pantanosos. Voy á analizar sucesivamente las memorias de Gaetano-Giorgini, Daniel y Savi, cuyos sabios profesores han estudiado con feliz éxito la grave cuestion que nos ocupa.

Vitruvio en su *Arquitectura*, lib. I, aconseja que no se construya una ciudad en la inmediacion de un pantano, siempre que su nivel no esté mas elevado que el mar. Vitruvio se funda en que las aguas saladas introducidas durante la tempestad ó la marea no encuentran salida luego que estas han cesado.—Silvien; Donat, Boerhave y otros muchos han demostrado tambien con mas ó menos claridad que se exhalan los miasmas mas deletéreos, principalmente en los pantanos en que se hace la mezcla de las aguas de mar con las aguas dulces y en los que permanece esta mezcla por mas ó menos tiempo espuesta á los abrasadores rayos del sol. Comprueban esta verdad los pantanos salados del mediodia de la Francia, y los charcos de las inmediaciones del Mediterráneo en el reino de Nápoles, en los Estados Pontificios y en Toscana, cuyas cercanías despobladas hacen un contraste sorprendente con la vida, la fertilidad y la poblacion de otras provincias del interior, situadas cerca de pantanos mas ó menos dilatados. De la observacion de las localidades ha debido deducirse con el tiempo esta verdad, sospechada al principio y anunciada despues aunque sin pruebas directas, que la mezcla y la permanencia mas ó menos prolongadas durante el estío de las aguas de mar en los pantanos de agua dulce, es en el clima de Italia la causa principal de las enfermedades tan terribles y tan conocidas bajo el nombre de *malattie di cattiva aria.*

Esta verdad ha sido anunciada sin ninguna prueba. En efecto, de la insalubridad del aire de los pantanos en que tiene lugar la mezcla, no se puede inferir que la causa de esta insalubridad tenga orígen en los pantanos. Para establecer con certeza que de estos dos hechos el último es la consecuencia del primero, era necesario impedir y renovar sucesivamente la mezcla, y asegurarse así que la separacion de las aguas dulces y saladas era seguida del restablecimiento de la pureza del aire, y que las cualidades mefíticas y pestilenciales del aire vuelven á parecer luego que cesa esta separacion. Esto se ha conseguido con un éxito completo, y esta interesante esperiencia es la que vamos á referir detalladamente.

Al sur de los Apeninos ligurianos existe una playa pantanosa

circundada al oeste por el Mediterráneo sobre una longitud de cerca de doce millas de Italia; al sur por el Serchio, al este por las últimas murallas de los Apeninos, y al norte por el Frígido, torrente que nace casi al pie de los Apeninos en el Estado de Carrare, de Massa, y que desemboca en el mar despues de un curso de tres á cuatro millas italianas. La longitud de este llano desde el mar hasta el pié de las montañas y de las colinas que la circundan por la parte del este es de dos á cuatro millas. Esta playa está atravesada del esté al oeste por algunos torrentes, los cuales nacen á corta distancia de las montañas, y desaguan en los pantanos ó directamente en el mar.

Entre ellas se hallan comprendidas el Serchio y el Frígido, el Fiume de Camajore y el Fiume de Pietra-Santa ó Fiumetto. Estos no tienen comunicacion con los pantanos, que se dividen en tres estanques separados. Esta playa pantanosa puede con toda probabilidad ser considerada como formada por las arenas acarreadas por el Arno y el Serchio, al interior del golfo, el cual se estendia en otro tiempo hasta el pie de las montañas del Este.

Las aguas de lluvia y las de los manantiales poco abundantes que se derraman en los tres estanques mencionados, se descargan lentamente en el mar por canales naturales ó artificiales, que atraviesan el banco de arena que circunda la márgen.

El nivel de las aguas estancadas indicadas, apenas superior al del mar durante el reflujo, le es inferior durante el flujo por poco considerable que este sea en esta parte del Mediterráneo. En este estado de cosas antes de la construccion de las obras hidráulicas de que vamos á hablar en seguida, las aguas de mar, elevándose por el flujo ó por cualquiera otra causa, se introducian en los estanques que inundaban hasta el pie de las montañas. Sobre todo, cuando el mar estaba borrascoso, arrojaba al interior sus olas con la mayor violencia. La mezcla de las aguas dulces y saladas que resultaba de esta y que no se renovaba sino rara vez y con lentitud en estío, se corrompia y esparcia al rededor la infeccion mas completa y mas mortífera.

No me detendré en describir el estado de la poblacion en los parajes mas próximos á los pantanos y en Viareggio, puesto que no era entonces mas que una reunion de un pequeño número de cabañas de pescadores situadas cerca de una antigua torre, y que el espíritu filantrópico del siglo destinaba para servir de prision á los condenados á galeras. Los efectos de la *aria cattiva* (enfermedad que viene á ser una intermitente perniciosa) son demasiado conocidos para que nos detengamos en describirlos aquí. Esta enfermedad se veia reproducirse anualmente en estos lugares asociada con las mas horribles consecuencias. Los indígenas poco numerosos y constantemente atacados por las enfermedades del hígado ó del bazo, presentaban durante todo el año el espectáculo aflictivo de una poblacion de niños lánguidos y de hombres convalecientes, en medio de la cual era desconocida la vejez. A la conclusion del estío se veian acometidos por las enfermedades mas peligrosas. A los que dejaban por algunos meses las fiebres

intermitentes, que no cedian á los acometidos sino por el uso de la quina y por la vuelta del invierno, se conceptuaban como dichosos. En vano el mayor número de habitantes tenia la precaucion de habitar sobre las colinas ó el interior de las tierras; en vano procuraban no descender á la playa sino para hacer los trabajos indispensables á la cultura; en vano rehusaban evitar las influencias todavía mas mortales de la noche: la fiebre y la muerte les asaltaban con no menos encono en sus miserables viviendas de precaucion. Llegaron las cosas hasta el punto que el cultivo de los olivos de que estan cubiertas estas ricas colinas, estaba entregado casi enteramente á manos estranjeras llamadas durante el invierno, para fecundar un terreno, cuya fertilidad era una desgracia, porque su laboreo daba orígen á un nuevo número de víctimas. Y si los indígenas no podian escapar de esta terrible plaga, tampoco se preservaba de ella el desgraciado pasajero ó el poco precavido transeunte que se viese obligado á permanecer durante una noche de agosto ó setiembre en estos lugares infectos: la muerte era la consecuencia inevitable de su imprevision ó de su imprudencia.

Tal era el estado de aquel país antes del año 1741, época en que se intentó la purificacion parcial del aire. Convendrá advertir que en esta descricion no se han desfigurado los hechos: los registros públicos lo atestiguan; la memoria de estos lamentables sucesos está todavía reciente; los últimos vestigios apenas se han borrado, y no hay nadie que con certeza pueda asegurar no sea esto una verdad reconocida é incontestable. En 1714 el ingeniero de Bolonia Gemignano propuso ensayar la separacion de las aguas del mar. En 1730 el célebre Eustaquio Manfredi renovó la misma proposicion. En 1736, Bernardino Zentrini, matemático de la república de Venecia, llamado á Luca por su gobierno, insistió en la necesidad de la construccion de una presa cerca de la embocadura del Burlamacca, cuyas puertas movibles se cerrarian á manera de válvulas por las aguas del mar, elevadas en consecuencia del flujo ó las tempestades, y se abririan para dar salida á las aguas de las mareas. Con efecto, luego que el nivel de las aguas fuese superior al del mar, la fuerza interior de aquellas aguas las permitiria la salida.

Deseosa la república de reparar tantos males ordenó en 1740 la construccion de esta obra, la cual fue terminada en 1741. El éxito mas completo y el mas inesperado coronó esta empresa, cuya utilidad habia sido dudosa hasta entonces. Desde el año siguiente á esta construccion, no se vieron aparecer ni en Viareggio, ni en Massa-Ciuccoli, ni en Quiesa, ni en los lugares mas separados de los estanques de Montrono y de Perotto esas terribles enfermedades, que todos los años introducian los padecimientos y la muerte en estas desdichadas poblaciones.

Los habitantes cuyo estado no era todavía irremediable, restituidos á su vigor y á la salud, pudieron en fin esperar una vida mas soportable y menos precaria para ellos y su posteridad, á la que la fertilidad y la estension del terreno prometian una exis-

tencia cómoda y tranquila. Desde entonces la poblacion se aumentó rápidamente, y aun se encuentra progresiva al presente. Viareggio ha llegado á ser pueblo muy considerable, del cual ha desaparecido ya toda sospecha de insalubridad; y las primeras familias de la ciudad de Luca han construido en él hace mucho tiempo muy bellos palacios que habitan en los meses del estío. Pero si algunas dudas podian quedar todavía en los ánimos mas delicados sobre la causa de este cambio inesperado, dos acontecimientos desgraciados las harian desaparecer completamente. En los veranos de 1768 á 1769, Viareggio y las parroquias circunvecinas á los lagos de Massa-Ciuccoli fueron asoladas de nuevo por las enfermedades antiguas. Resulta de los asientos parroquiales que Viareggio tuvo en estos dos años 170 muertos, para una poblacion de 1330 almas, que es casi 1 por 15 al año; mientras que en el siguiente no hubo mas que 32, es decir, 1 por 40 poco mas ó menos. La causa de esta epidemia habia sido reconocida y destruida. Se habian maltratado las puertas de la presa, y por lo tanto en los años 1768 y 1769 habian dado paso á las aguas del mar: reparado que fue este grave daño, cesaron sus perniciosas consecuencias.

Un olvido semejante se renovó en 1784 y 1785, en cuya época se interrumpió segunda vez el servicio de las puertas de la presa. El número de muertos llegó en 1784 á 92 para una poblacion de 1898 habitantes, es decir, 1 por 20 aproximadamente. En 1785 murieron 103 personas de 1844, es decir, 1 por 18. Se lee en las relaciones presentadas al gobierno que en 1784 Viareggio tenia 1200 enfermos para el número ya indicado de 1898 habitantes. Esta epidemia se hizo cesar como la de 1769, reparando la destruccion que habian sufrido las puertas de la presa. Estas observaciones son decisivas; por ellas se prueba que durante el calor del estío la mezcla de las aguas dulces y saladas en los pantanos produce principios deletéreos. Indaguemos ahora la naturaleza de estos principios.

Daniel, que se ocupó de este asunto, fijó su atencion al principio en la análisis de diez muestras diferentes de agua, tomada en las embocaduras de muchos rios sobre la costa occidental del Africa. Los lores del almirantazgo le exigieron esta análisis. El objeto de ella fue averiguar la causa producente de la rápida destruccion del forro de cobre en los navíos empleados en estas estaciones; pues que el forro se alteraba mas durante un viaje de nueve meses por las costas del África que en cuatro años de navegacion en otros parajes. (Parece que los lores se ocuparon mas en el forro de sus navíos, que en la salud de las tripulaciones, no obstante que estas eran diezmadas en tan insalubres regiones por la enfermedad, el terrible *aria cattiva.*) Daniel reconoció en todas estas aguas la existencia del gas sulfhidrico (*hidrógeno sulfurado*), y admite, como lo habian probado antes que él otros muchos químicos y entre ellos Vauquelin, O. Henri y Fontan, que el origen de este gas deletéreo que se encuentra sobre las costas del África en una estension de mas

de 16 grados de latitud, debe atribuirse á la accion de inmensas cantidades de materias animales sobre los sulfatos del agua del mar. Pero ahora dice Daniel: puede preguntarse si la existencia de este gas deletéreo en la atmósfera, consecuencia de su disolucion en el agua, no debe originar los miasmas que han sido tan funestos á todos los esplotadores del Africa. Quedé sorprendido al principio de que nadie hubiera observado el olor nauseabundo que debia desprender el agua cargada de este gas á la temperatura elevada de las regiones equinociales; leyendo entonces el relato de una espedicion al interior del Africa, emprendida por Mac Gregor Laird y Oldfield, encontré las observaciones siguientes:

Las principales causas de la mortalidad son el paso de un Océano sin limites á un rio angosto y tortuoso, la falta de las brisas de mar y el desprendimiento de miasmas pútridos que se elevan de los pantanos de las inmediaciones. Es necesario haber esperimentado la horrible fetidez para concebir el decaecimiento físico y moral, y las sensaciones de malestar y de disgusto, causas todas que las mas veces logran destruir al infeliz que por ellas se encuentra invadido.

Estas observaciones estaban hechas en los mismos sitios de que provenian las aguas que yo he examinado.

Se sabe que $\frac{1}{1500}$ de hidrógeno sulfurado mezclado en la atmósfera obra como un veneno sobre los animales pequeños, y las sensaciones descritas por Laird son precisamente las que esperimentan las personas sometidas á la influencia del gas deletéreo en pequeñas cantidades. No se puede considerar como improbable que un cuerpo que puede obrar como un veneno violento mezclado en pequeñas proporciones en la atmósfera, no agrave los accidentes que puedan tener otro orígen. Es digno de notarse que en el momento de entrar en el rio se reconoce la causa del vapor mal sano que anteriormente se habia sufrido. La serie de las observaciones hechas por Daniel prueba que los mas funestos accidentes debidos á la *enfermedad aria cattiva* estan ligados con la produccion del hidrógeno sulfurado.

Darwin en su interesante *Diario del viaje de la Aventura y del Beagle* habla muchas veces con relacion á localidades semejantes sobre la costa del Perú. Hace mencion de la eflorescencia de sulfatos de sosa y de magnesia al contacto del sol y del olor fétido procedente del fondo de los lagos salados.

¿Las fiebres de la India no pueden tener el mismo orígen? El suelo contiene en abundancia nitratos de potasa y de sosa así como sulfatos de sosa y de magnesia. Estas sales lavadas por las lluvias periódicas que arrastran tambien las hojas marchitadas pueden producir este gas mediante su recíproca reaccion.

Las fiebres periódicas que afligen á las ciudades de Nueva Yorck y de Charlestown, puede suceder que esten en relacion con

la mezcla de materias animales y vegetales en las aguas de mar. Un oficial superior de marina ha informado á Daniel, que durante la guerra con la América, se habia observado en el forro de los navíos alteraciones tan rápidas como sobre la costa del Africa. ¿No seria en este caso igualmente probable que el agua á la embocadura de los vastos rios del continente americano esté tambien cargada de hidrógeno sulfurado? ¿Es imposible que algunas partes de las costas de Inglaterra, por ejemplo, la de Essex, no deba su insalubridad á descomposiciones semejantes? El fango del Támesis puede comunicar tambien la misma insalubridad, y existe como recibida la opinion de que el forro de los navíos se destruye con mas rapidez en Medway que en Woolwich ó en otros sitios del Támesis.

Gardner ha hecho estensivas á otras localidades las esperiencias de Daniel, y no ha esperimentado el agua conservada, sino que ha operado sobre los mismos lugares. Sus esperimentos le han conducido tambien á admitir como conclusion general que el hidrógeno sulfurado se desarrolla siempre en los lugares pantanosos insalubres. El reactivo que Gardner emplea es la plata metálica, sustancia dotada de una sensibilidad tal en contacto del azufre, que puede revelar una parte de este cuerpo simple, disuelto en tres millones de partes de agua. La principal condicion para el buen éxito de estas esperiencias es que la placa de plata que se espone al aire ó al agua con el fin de probar la presencia ó ausencia del azufre esté perfectamente limpia y no presente la mas lijera mancha. La plata es ciertamente el mejor reactivo para probar la cantidad de hidrógeno sulfurado en las aguas minerales, porque todo el aumento de peso que adquiere la plata puede representar una cantidad igual de azufre puro.

Las esperiencias de Gardner fueron hechas con monedas de diferentes tamaños, las cuales habian sido de antemano perfectamente purificadas y atravesadas despues por un agujero para poderlas suspender de un hilo. En este estado se colocaron treinta en diferentes corrientes de agua, en cuyo líquido se sospechaba que se desprendian los miasmas pantanosos, y cuya distancia comprendia un círculo cuyo diámetro apenas era de siete millas. Al cabo de veinticuatro horas dos de estas monedas estaban ya manchadas; algunas no lo fueron hasta pasado un mes, y estas eran sobre todo las que estaban suspendidas en el aire. El resultado general de estas esperiencias fue que las aguas estancadas de los pantanos contenian mayor cantidad de hidrógeno sulfurado que las de los rios. Así es que se necesitan cinco semanas para que una moneda suspendida en el Buffalo ofrezca una lijera mancha sulfurosa, mientras que otra moneda suspendida en el aire á diez y ocho pulgadas sobre el suelo de un pantano lleno de agua estancada, se mancha á los ocho dias.

Voy á dar en seguida un estracto de la memoria de Savi.

Se sabe generalmente que muchas partes de la Italia meridional son acometidas de la peste designada en el país con el nombre de *cattiva aria* ó *mal aria* (aire malo ó insano). Ordina-

riamente se atribuyen los efectos morbosos á la constitucion de la atmósfera en estos parajes. El exámen de las causas de insalubridad que preponderan en diversas regiones del suelo toscano ha ocupado ya con estremo á muchos sabios, y Savi ha procurado tambien por su parte aclarar una cuestion tan importante.

Savi empieza por averiguar las causas de insalubridad en los valles de las cercanías de Volterra, donde la falta de pantanos no permite la hipótesis mas comun sobre el orígen de la insalubridad. Este país presenta en efecto un terreno formado por depósitos marinos muy estensos de época terciaria; depósitos compuestos en gran parte por margas arcillosas grises. Estos terrenos levantados en muchos puntos por las rocas ígneas, y alterados en otros por las emanaciones subterráneas, encierrran casi siempre en su seno masas seleniosas, impregnadas de azufre y frecuentemente de sal marina. Las rocas ígneas constituyen la cima de los montes; sus huecos estan formados de estas margas levantadas, alteradas é impregnadas de yeso y de sal marina, y los valles estan tambien formados de estas mismas margas.

Pues en el término de estos valles, no solamente cerca de la corriente de las aguas, sino tambien sobre el costado de las colinas y aun á cierta elevacion reina el *mal aria*. Esta terrible influencia no solamente ocasiona en gran parte de los habitantes de aquellos infortunados terrenos pertinaces fiebres intermitentes, sino que á otros muchos produce fiebres perniciosas que anualmente dan márgen á una horrorosa mortandad.

Las esperiencias de Savi le han conducido á rechazar las hipótesis que atribuyen la insalubridad á los cambios repentinos de temperatura, á la humedad, etc.: para desestimar esta opinion ha tenido presente que otros sitios colocados en circunstancias muy desfavorables respecto á este punto no sufren las influencias morbosas.

Este químico pasa despues á hacer la debida análisis respecto de otra opinion existente ya en Toscana, y aunque estravagante á primera vista no carece de fundamento. Se dice que estos terrenos despues de haber sido desecados por los calores del estío, humedecidos por la accion de las aguas de lluvia, esperimentan una especie de fermentacion, porque la tierra *hierve*, como se dice comunmente, y que á consecuencia de esta *ebulicion* se desprenden miasmas deletéreos, que son un manantial de enfermedades y particularmente de fiebres intermitentes. Lo que hay de cierto en esto es que las enfermedades no principian, ó por lo menos no se generalizan hasta despues de las lluvias ó de las inundaciones. Cuantas mas alternativas de calor y de lluvia hay en un año, mas se hacen sentir los estragos de las fiebres. Este es ya un hecho sancionado por la esperiencia y que ninguno de los habitantes de estos lugares podrá desmentir; está citado además por muchos autores, especialmente por el célebre Brocchi.

Está averiguado igualmente que estas circunstancias favora-

bles al desarrollo de las fiebres, no solamente se aplican á los terrenos pantanosos, sino tambien á ciertos terrenos desprovistos de pantanos, tales como los del país de Volterra.

En lugar de decir, como sucede generalmente, que las influencias morbosas son debidas á la mezcla de las aguas pluviales y de las estancadas, seria mejor admitir que son debidas á la accion de las aguas sobre ciertos terrenos desecados.

Savi examina en seguida el fondo de los pantanos mal sanos, y empieza por hacer observar que todos los pantanos no son capaces de desarrollar los miasmas nocivos. De aquí la distincion necesaria entre los pantanos *mal sanos* y los *indiferentes*. Estos últimos son los que no contienen casi sales en disolucion, y en cuyo fondo no se hallan productos minerales marinos. Tal es el pantano de *Bientina*, y aun se podria añadir tambien el de Maciuccoli. Los pantanos mal sanos son los que tienen en disolucion una proporcion notable de sales, y se pueden dividir en tres clases, segun que estas sales provengan: 1.º de las aguas minerales (lago de Rimigliano); 2.º de las aguas de mar; 3.º del mismo terreno ocupado antiguamente por las aguas de mar (pantanos de *Castiglion della Pescaja*, de *Scarlino*, etc.). En las *marismas toscanas*, los pantanos mal sanos pertenecen sobre todo á estas dos últimas clases; la mayor parte de estos se han formado de pequeños brazos de mar convertidos en terrenos bajos por los terrenos de los rios, y separados despues del mar á mas ó menos distancia por bancos de arena amontonada por los vientos y las olas.

Otros, y estos son los de tercer género, aunque privados de toda comunicacion con el mar, tienen un fondo formado de lodos marinos. El orígen de este fondo está suficientemente probado por las conchas, y particularmente por el *cardium edule* y por las hojas de algas que se encuentran cuando se profundiza. En el estío estos pantanos se desecan y aparecen á la superficie eflorescencias salinas.

Algun tiempo despues de haber atribuido Savi la insalubridad del aire á los gases hidrógeno carbonado y sulfurado, ha sido combatida esta observacion relativamente al hidrógeno sulfurado por muchos sabios observadores. Estos llegaron á averiguar que las emanaciones de *Solfatares* y de *Lagoni*, de *Siennois* y de *Volterrano*, emanaciones que contienen una proporcion bastante notable de este gas, no producen las enfermedades de los pantanos, en los que respiran el aire de estos parajes. La misma observacion se aplica al aire de las lagunas de Venecia. Estos hechos incontestables prueban que el hidrógeno sulfurado no es siempre capaz de producir las fiebres. Pero como en todos los puntos pantanosos donde reina un aire malsano se ve producirse el gas hidrógeno sulfurado ó carbonado, en particular el primero, se puede considerar su formacion como ligada con la causa de la insalubridad.

CONCLUSIONES.—*Medios para prevenir ó combatir las emanaciones pantanosas.*—De diversos documentos que he reunido sobre este asunto se pueden deducir las consecuencias siguientes:

1.ª La insalubridad del aire en los lugares pantanosos es determinada por la reaccion de las materias orgánicas sobre los sulfatos.

2.ª Siempre que las aguas de mar se mezclan con las dulces, las condiciones de existencia cambian para muchos de los animales que habitan en las unas ó en las otras; perecen, y sus restos forman una masa enorme de sustancias orgánicas.

3.ª Si la temperatura es elevada y las aguas estan estancadas, se establece una reaccion que determina la formacion de los productos deletéreos, entre los cuales se ha reconocido el hidrógeno sulfurado.

4.ª Esta reaccion puede establecerse, no solamente por la mezcla de las aguas de mar con las dulces, sino tambien siempre que los terrenos contengan sulfatos, materias orgánicas en abundancia y agua, y *que la temperatura sea elevada.*—Estos efectos son sobre todo notables durante los calores del estío; época en la que se desecan estos terrenos cenagosos. En esta estacion es cuando esta fermentacion, cuyos productos son tan deletéreos, llega á su apogeo.

5.ª Hasta aquí nada prueba que sea esclusivamente el gas sulfhídrico el que produzca los efectos del *mal aria.* Pero lo que está muy fundado y debe ser tenido como de la mayor importancia, es que la reaccion que da orígen á los miasmas cuya concomitancia admitimos por un momento, es tambien la que produce el gas hidrógeno sulfurado. Impedida la formacion de este gas cesará toda fermentacion deletérea.

6.ª Los medios empleados para alejar esta peste que diezma el ejército africano, estan indicados con la mayor claridad.

a. Antes de establecer un puesto militar en un paraje determinado, es necesario ejecutar los trabajos suficientes, con el fin de impedir la mezcla de las aguas dulces con las saladas.

b. Es preciso evitar durante los calores la permanencia en terrenos no sumergidos, pero que contienen sulfatos y sustancias orgánicas. Esta precaucion es aun mas esencial cuando las lluvias vienen á humedecerlos.—Estos terrenos no pueden ser saludables sino por el riego. El riego puede hacerse por medio de canales ó acequias, ó por la cultura bien entendida y de muchos años.

c. Si no se puede por menos de permanecer durante algun tiempo en estos sitios infestados, está indicado el uso de las fumigaciones de cloro ó el de regar con una disolucion de sulfato de hierro.

Aguas potables.—La cuestion de las aguas potables es una de las que interesan mas vivamente á la salubridad pública. Muchas cuestiones secundarias estan enlazadas á esta, la que trataremos sucesivamente.

Ensayo del agua.—El agua se considera como suficientemente pura y buena para los usos ordinarios, y se la da el nombre de *agua potable* cuando es inodora y agradable al gusto, cuando disuelve el jabon sin formar grumos, cuando además no forma

precipitados demasiado abundantes por la adicion de los nitratos de barita y de plata, y por el oxalato de amoníaco, y cuando en fin, haciéndola evaporar, desprende al principio de la evaporacion numerosas burbujas y no deja un residuo superior á cuatro decígramos por cada litro.

Voy á principiar por dar á conocer la composicion de las aguas potables, y para esto citaré primeramente las análisis de las aguas del Sena y del canal del Ourcq, las cuales ejecuté hace quince años bajo la direccion de Vauquelin.

Estado de la análisis de las aguas de París para 1,000 *partes de agua.*

DESIGNACION.	Carbonato de cal.	Carbonato de magnesia.	Sulfato de cal.	Sulfato de magnesia.	Cloruro de sodio, de calcio y de magnesio.	Peso total de las sales.
Canal del Ourcq.	0,175	0,02	0,153	0,07	0,041	0,479
Sena antes de su entrada en París, orilla derecha.	0,108	0,0086	0,0325	0,0125	g,014	0,2826
Sena antes de su entrada en París, orilla izquierda antes de la embocadura del Bievre.	0,118		0,0391		0,018	0,1791
Sena en el punto de reunion de los dos brazos que rodean la Cité.	0,101	0,007	0,031	0,0084	0,0191	0,181
Sena al salir de París, orilla izquierda. . . .	0,108	0,006	0,030	0,010	0,021	0,181
Sena antes de juntarse con el Marna.	0119		0,0385		0,017	0,1785
Marna antes de juntarse con el Sena.	0,105	0,009	0,031	0,0121	0,017	1,801

Añadiremos algunas nociones sobre las análisis que no ocu-

pan su lugar en el estado precedente. El agua del canal del Ourcq contiene 73 miligramos de ácido carbónico, y el agua del Sena 51 miligramos por litro. Esta última contiene mas aire, y sobre todo mas oxígeno que la del canal. Las aguas del Sena contienen 6 miligramos de sílice, y las del canal 2 miligramos. Las aguas del Sena en la parte que se reunen al Marna y las mismas tomadas de la orilla izquierda contienen nitratos. Las aguas de la orilla derecha y el Marna no las contienen. Las aguas del Marna y las del Sena en la orilla derecha contienen sales de magnesia. Las de la orilla izquierda y las aguas del Sena antes de su reunion no las contienen. Las aguas del canal contienen mas materias orgánicas que las del Sena. Antes de entrar este rio en París contienen menos que á su salida. Pero esta proporcion es en cantidad inapreciable.

Para completar nuestros conocimientos sobre las aguas de París, voy á dar á conocer segun una análisis de Payen la composicion del agua del *pozo horadado en el matadero de Grenelle*: carbonato de cal 0,068, carbonato de magnesia 0,0142, bicarbonato de potasa 0,0296, sulfato de potasa 0,012, cloruro de potasio 0,0109, sílice 0,0057, sustancia amarilla 0,0002 y materias orgánicas azoadas 0,0024.

Comparada esta composicion con el agua del Sena, se obtiene por resultado que el agua de Grenelle contiene cerca de una mitad menos de *sales calcáreas* y ningun sulfato de cal, que es el compuesto mas nocivo para muchas aplicaciones. Así el agua de Grenelle forma menos incristalizacion que la del Sena en los generadores, disuelve mejor el jabon, no se enturbia como la del Sena por la ebulicion, forma precipitados menos abundantes con diversos reactivos, notablemente por el azoato de plata, el cloruro de bario, el fosfato de amoníaco, el amoníaco y el oxalato de la misma base, y merece de consiguiente la preferencia para una multitud de usos y para la preparacion de diversos productos químicos.

La presencia de los compuestos de potasa y especialmente el carbonato que les ha dado su orígen es digna de la atencion de los geólogos; ella esplica por otra parte la ausencia del sulfato de cal.

100 litros de agua tomada en el momento de su aparicion contienen un litro de gas: este se compone de 0,15 de ácido carbónico y de 1,65 de aire, en el que el oxígeno y el ázoe estan como 22 á 78.

El agua de Grenelle contiene una proporcion de sílice casi igual á la que he encontrado en el agua del Sena. As se esplica fácilmente la presencia de este principio en casi todas las membranas de los vegetales.

La pequeña proporcion de bicarbonato de potasa que contienen las aguas de Grenelle podria hacerlas útiles en ciertas afecciones morbosas, y en particular para prevenir la formacion del mal de piedra, compuesta esta de ácido úrico.

AGUAS DE LION.—He aquí la composicion del agua del Ródano

en la época del invierno, segun la análisis hecha por Dupasquier sobre un litro de este líquido: carbonato de cal 0,226, sulfato de cal 0,0293, cloruro de sodio 0,0101, sulfato de cal y de magnesia 0,103. He aquí la composicion de los manantiales reunidos en Roye, Ronzier, Fontaine y Neuville: carbonato de cal 0,3245, sulfato de cal 0,03163, cloruro de calcio 0,0135, cloruro de sodio 0,0106 y cloruro de magnesio, restos.

Analisis y cuestiones relativas a la distribucion de las aguas potables.—Como en un libro de la naturaleza de este no se pueden tratar con la debida estension todas las cuestiones que pueden presentarse respecto á la distribucion de las aguas potables, voy á referir como ejemplo un exámen de las aguas de la ciudad de Auxerre, análisis que hice por órden del alcalde y de los miembros del consejo municipal de esta ciudad.

Analisis del agua de una fuente que se propuso construir en sus muros la ciudad de Auxerre.—Para responder con exactitud á las diferentes cuestiones que pueden presentarse respecto á la calidad y á otras diferentes circunstancias que pueden aparecer en el exámen científico de las aguas de Auxerre, voy á espresar exactamente el órden que he observado en este delicado y escrupuloso trabajo.

He procedido á este exámen comparando en primer lugar por medio de los reactivos las aguas de Auxerre con otras aguas, cuya calidad y composicion son bien conocidas.

2.º He procedido á una análisis cuantitativa observando en ella la mayor exactitud.

3.º He deducido de esta análisis las consecuencias prácticas mas usuales legitimadas por la esperiencia.

1.º **Examen por los reactivos.**—*Oxalato de amoníaco.*—Si se añade el oxalato de amoníaco en el agua del manantial de Auxerre, se forma un precipitado abundante. El mismo reactivo precipita mas abundantemente las aguas de los manantiales de Arcueil distribuidas en Paris; produce un precipitado menos abundante todavía con las aguas del Sena, y mucho mas considerable, por el contrario, con el agua de los pozos de la Cité en París.

Nitrato de barita adicionado con un poco de ácido nítrico.—No precipita ni enturbia las aguas de la fuente de Auxerre. Este mismo reactivo da un precipitado sensible con las aguas del Sena, mas considerable con las del canal del Ourcq, mas todavía con las aguas de Arcueil, y estremadamente abundante con las de los pozos de Paris.

Nitrato de plata.—Este reactivo produce un precipitado poco abundante con las aguas de Auxerre; poco abundante tambien con las aguas del Sena y del canal; mucho con las aguas de Arcueil, y aun mucho mas abundante con las de los pozos de París.

Jabon.—El agua de Auxerre, lo mismo que la del canal y de Arcueil, disuelve bastante bien el jabon, sin descomponerle completamente: el agua del Sena le disuelve mejor; pero el de los pozos de París le descompone inmediatamente.

2.° ANALISIS DEL AGUA DE AUXERRE PARA UN LITRO DE AGUA.—*Productos gaseosos.*—Acido carbónico 3 cent. 75; oxígeno 0, cent. 38; ázoe 1, cent. 53.

Sustancias fijas.—Carbonato de cal 0,298; carbonato de magnesia, indicios; sulfato de cal, restos; cloruro de calcio 0,015; cloruro de magnesio, vestigios; cloruro de sodio 0,008; materias orgánicas, restos; sílice, restos; total de sustancias fijas para un litro ó 1000 gramos de agua 0,322.

3.° DEDUCCIONES PRACTICAS.—La primera cuestion que debemos averiguar es si el agua del manantial que se propuso conducir á Auxerre era potable.

Bajo este punto de vista no hay ninguna incertidumbre: esta agua debe ser colocada en el número de las mejores que se conocen.

La proporcion de los principios fijos no es mas que 0, gramos 322 por litro, y el agua de Arcueil que está considerada como agua potable de escelente calidad contiene 0,466.

Las sales que se encuentran en las aguas del manantial de Auxerre consisten casi esclusivamente en carbonato de cal y en cloruros de calcio y de sodio. Pues estas sales en la proporcion en que se encuentran, lejos de dañar á la calidad del agua, la dan por el contrario sapidez y la proporcionan cualidades útiles. Las sales nocivas, tales como los sulfatos de cal y de magnesia, son mucho menos abundantes en las aguas de Auxerre que en las del Sena, del canal del Ourcq y de Arcueil.

La proporcion notable de gases y particularmente de ácido carbónico que contiene el agua de Auxerre, no puede contribuir sino para hacerla mas agradable y mas salubre.

Bajo la consideracion industrial considero las aguas de Auxerre como de muy buena calidad. En efecto, si para el jabonado son inferiores á las aguas del Sena, por su constante claridad y por la presencia de una pequeña proporcion de carbonato de cal, pueden por el contrario ofrecer otras ventajas.

Se trata ahora de examinar si las aguas del manantial que se propone conducir á Auxerre depositarán en los tubos de conduccion sales calcáreas, que causarian su obstruccion, ó si reaccionarán sobre la materia de los tubos para determinar la formacion de las concreciones ferruginosas que se acrecientan con tanta rapidez y que disminuyen tan pronto la cantidad del agua distribuida.

Se admite generalmente que el agua que contiene 25 gramos de sales calcáreas anhidras por litro y mas, produce en los tubos una incrustacion calcárea. Con efecto, las aguas examinadas tienen un poco menos de este mínimum, y á mas la sal que contienen casi esclusivamente es el carbonato de cal disuelto á favor de un esceso de ácido carbónico. Es sabido que esta sal tiene la mayor tendencia á formar incrustaciones.

La formacion de tubérculos ferruginosos que disminuyen tan rápidamente el diámetro interior de los tubos de fundicion, y

por consiguiente la salida del líquido, ha fijado principalmente la atencion desde los entorpecimientos ocurridos en la distribucion de las aguas en la ciudad de Grenoble. Se sabe que estas concreciones tuberculosas son determinadas por la oxidacion de la fundicion de los tubos, bajo la influencia de sustancias estrañas, y no como se habia creido al principio por el depósito de las sales calcáreas.

Se admite que las aguas que contienen por litro menos de 25 centígramos de sales anhidras, pueden producir tubérculos. Las aguas de Grenoble no contienen sino 10 centigramos y algunas veces solamente 9.

Las aguas de la ciudad de Auxerre tocan casi al límite fijado por la esperiencia, y en ciertas condiciones podrian producir este inconveniente. Esta asercion se funda en que contienen carbonato de cal mezclado con cloruro de sodio, sales eminentemente propias para determinar la formacion de tubérculos ferruginosos. Con el objeto de evitar este inconveniente creo que seria prudente, si se adopta el uso de los tubos de fundicion, preservarlos por medio de la capa de cal hidráulica indicada por Vicat y Gueymard.

La objecion sacada de la propiedad incrustante de las aguas del manantial que la ciudad de Auxerre se propuso dirigir á sus muros, era ciertamente la mas poderosa que se podia presentar. Se trató, pues, de discutirla con cuidado. Para este fin, nada es mejor que ayudarse con la esperiencia adquirida frecuentemente á mucho coste por las ciudades que se han visto obligadas á buscar á lo lejos las aguas de manantiales análogos por su composicion.

El ejemplo mejor estudiado es el de las aguas de Arcueil. La construccion de su acueducto data de muchos siglos, y jamás ha sido objeto de grandes reparaciones; pero las incrustaciones han hecho tales progresos, que la salida del agua ha disminuido mucho. Habiendo examinado los títulos de muchas concesiones particulares, y la cantidad de agua actualmente suministrada por los conductos, he visto que estaba reducida á la cuarta parte poco mas ó menos. Depende esta diferencia de que los conductos funcionan muchos siglos, y además de que las aguas de Arcueil contienen una cantidad mas considerable de sales calcáreas que las de Auxerre.

El agua distribuida en Mompeller tiene una composicion casi análoga á la de Auxerre. Proviene dicha agua de un manantial muy abundante que sale de San Clemente á una distancia de la ciudad que marca unas dos leguas. La galeria por donde ha sido dirigida se construyó en 1765, y la formacion del depósito calcáreo no ha tenido necesidad de trabajos de reparacion. Si el servicio de las aguas de Mompeller reclama importantes reparaciones debe atribuirse á otras causas.

Se deduce de aquí, que las incrustaciones calcáreas no se forman sino en una época muy lejana; pero en los trabajos de esta naturaleza ejecutados para una gran ciudad se debe pensar en

el porvenir en los términos mismos que en lo presente. Guiado por esta consideracion aconsejé despojar al agua de la propiedad incrustante: 1.° haciéndola pasar lentamente por un acueducto construido de tal manera, que el ácido carbónico en esceso que tiene en disolucion el carbonato de cal pueda desprenderse sin dificultad; y 2.° recibiéndola antes de distribuirla en un vasto depósito en donde su propiedad incrustante se debilitaria incesantemente.

Conclusiones.—Las aguas del manantial que la ciudad de Auxerre se propone dirigir á sus muros, deben ser colocadas entre las aguas potables de mejor calidad.

Por su composicion toca el límite que separa las aguas incrustantes de las que determinan la formacion de tubérculos ferruginosos; pero estoy convencido que con las precauciones oportunas podrán evitarse estos inconvenientes. No se presentarian los mismos obstáculos si se tratase de distribuir las aguas del rio Yona; pero aparecerian otros. Se descubre á primera vista la construccion de un motor; su conservacion, las reparaciones, la cesacion de trabajo y sobre todo la dificultad de obtener las aguas constantemente claras. Porque es necesario confesar que todos los ensayos de filtraciones en grande son dispendiosos, ó no se logran fácilmente cuando esta operacion es la mas necesaria; es decir, cuando las aguas estan cargadas de sedimento. Con las aguas de los manantiales elevados no hay necesidad ni de motores, ni de su conservacion, ni de filtracion, etc.

Concluyo de todo esto, que si las aguas del manantial que la ciudad de Auxerre se propone dirigir, son *bastante abundantes*, y si llegan por su punto natural á los barrios altos de la ciudad, se deben preferir á las aguas del Yona.

Filtracion y depuracion de las aguas.—El poseer aguas potables de buena calidad es una de las primeras necesidades de la vida, cuyo valor no se sabe hasta que se carece de ella. Pero puede suceder que no tenga uno á su disposicion sino aguas de rios enturbiadas por materias en suspension, ó aguas de mar dotadas de un olor infecto. Entonces es necesario purificarlas, y para esto se emplea la *filtracion* y *depuracion*. Una gran parte de lo que creo útil dar á conocer á los jóvenes alumnos relativamente á este punto, está tomado de una memoria de Arago, sobre los aparatos de filtracion de Fonvielle establecidos en el hospital general de Paris.

«Las aguas de rio son en general mas puras que las de los manantiales. La ventaja de la mayor pureza en el agua de los rios considerada químicamente, está por otra parte compensada con su falta de diafanidad. A cada aguacero, las aguas de las avenidas durante su corriente impetuosa se cargan de tierra vegetal, de greda, de arena y de toda suerte de despojos que arrastran del suelo, y la reunion de estas materias llega confusamente hasta la madre de los rios. Se comprenderá por esto fácilmente por qué los marineros y aun los ingenieros llaman algunas veces estas crecientes turbiones.

»Por su movimiento rápido al través de las tierras, el agua se carga de cieno. Por el reposo se precipita este cieno, y el líquido recobra su trasparencia natural. Nada es seguramente mas sencillo que este modo de clarificacion, pero desgraciadamente se verifica con una escesiva lentitud.

»De las esperiencias interesantes y de los cálculos hechos en Burdeos por Leopoldo, se puede deducir que al cabo de 18 dias de reposo absoluto, el agua del Garona tomada en tiempo de creciente ó de avenida no habria recobrado aun su diafanidad natural. Al principio se precipitan con presteza las materias gruesas, pero las mas finas descienden con estremada lentitud. Tampoco podria ser adoptado el reposo como método definitivo para la clarificacion de las aguas destinadas al consumo de grandes ciudades.

»Las tentativas de los ingenieros para purificar el agua se han dirigido hácia el uso de materias inertes ó que nada puedan ceder á dicho líquido. Estas materias son las arenas mas ó menos gruesas, y el carbon triturado.

»La idea de aplicar la arena á la clasificacion de las aguas turbias, ha sido ciertamente sugerida á los hombres por la vista de tantos manantiales naturales que brotan de terrenos arenosos con una diafanidad muy notable. Así es que este método es conocido desde muy antiguo. Un banco de arena fina no parece que debe obrar en una operacion de filtracion, sino como una reunion de tubos capilares tortuosos, al través de los que pueden pasar las moléculas líquidas, mientras que las materias terrosas suspendidas en ellas son detenidas por su mayor dimension.

»Considerado bajo el punto de vista de la teoría, el arte del clarificador parece casi completo; pero cuando se opera sobre cantidades considerables hay todavía algunos inconvenientes que vencer.

»Vamos á hacer un relato de los grandes ensayos de filtracion que han sido hechos no ha mucho por nuestros vecinos de ultramar y particularmente en Glasgow. Las sumas que han empleado con este objeto ascienden á algunos millones. Estos ensayos no han producido sin embargo el efecto deseado y han venido á ser por el contrario la ruina de muchas compañías poderosas.

»Los aparatos que se empleaban hace diez años para filtrar las aguas, consistian en un gran número de pequeñas arcas prismáticas forradas de plomo, abiertas por la parte superior y que contenian en su parte inferior una buena capa de carbon entre dos de arena. Estos son seguramente los antiguos filtros privilegiados de Smith, Cuchet y Montford. Cuando las aguas del Sena y del Marna llegan á París muy cargadas de cieno, las materias depuratrices contenidas en estas diversas arcas ó al menos sus capas superiores, habia necesidad de renovarlas ó de componerlas todos los dias y aun dos veces al dia.

»Cada metro superficial de filtro da durante veinticuatro horas unos 3000 litros de agua clarificada. Serian pues necesa-

rios 7 metros superficiales ó 7 arcas cúbicas de 1 metro de lado para cada cuartillo. Es decir, 7000 arcas iguales para el servicio de una ciudad cuyo consumo fuese de 1000 cuartillos.

»Hay un medio muy sencillo de aumentar el producto de estas pequeñas arcas. Este consiste en cerrarlas herméticamente y hacer pasar el agua al través de la materia filtrante, no con el auxilio de su solo peso ó de una pequeña carga, sino por la accion de una presion bastante fuerte.

»He aquí en los procedimientos de la filtracion del agua una de las mejoras propuesta y ya realizada por Fonvielle.

»El filtro de Enrique de Fonvielle en el hospital general de París, aunque no tiene un metro en la estension de superficie, da con 88 centímetros de presion de mercurio (una atmósfera y $\frac{1}{6}$) 50,000 litros de agua clarificada en cada un dia. Este número deducido del exámen de diversos servicios del hospital es una pequeña parte de lo que suministraria el aparato si la bomba alimentaria estuviese obrando continuamente. En efecto, en algunos momentos hemos observado por esperiencias directas que el filtro da hasta 95 litros por minuto. Esto es, cerca de 137,000 litros en veinticuatro horas, que comparado con los números anteriores veremos ser 17 veces mas producto que por los procedimientos actualmente en uso.

»Se sabe que en tiempo de crecientes 1 filtro de 1 metro de superficie tiene necesidad de limpiarse cuando menos una vez al dia, á pesar de que no clarifique en veinticuatro horas mas que 3000 litros de agua. A primera vista parece que el filtro de Fonvielle que filtra 17 veces mas, se obstruiria 17 veces mas y que será necesario limpiarle de hora en hora. La esperiencia manifiesta que generalmente no sucede así; porque el filtro no se limpia las mas veces sino como los filtros ordinarios. Se esplica fácilmente este resultado cuando se observa que bajo una presion débil, un filtro no obra en algun modo sino por su superficie, y el cieno apenas penetra, mientras que bajo la accion de una presion considerable sucede lo contrario, pues se sumerge profundamente.

»Para limpiar el filtro, Fonvielle ha recurrido á procedimientos particulares de fácil ejecucion. Emplea la accion de dos corrientes contrarias: estas desalojan todo el cieno por los choques y sacudimientos bruscos que de continuo resultan. Para limpiar el filtro herméticamente cerrado del hospital general de París, el obrero encargado de esta operacion abre de repente simultánea ó casi simultáneamente las llaves de los tubos que ponen la parte superior é inferior del aparato en comunicacion con el depósito elevado ó con el cuerpo de bomba que contiene el agua alimentaria. El filtro se encuentra así atravesado bruscamente y en sentidos opuestos por dos fuertes corrientes, cuyo efecto se asemeja al del manoseo ó frotacion que las lavanderas hacen esperimentar á las telas que manejan. Estas corrientes tienen siempre

la propiedad de separar las arenas filtrantes de las materias terrosas que sin esto permanecerian adheridas. No podemos tener duda sobre la grande utilidad que produce el choque de dos corrientes opuestas. Los enfermos, testigos de la operacion, esperimentan una gran sorpresa viendo á la misma fuente en el decurso de algunos segundos de intervalo suministrar ya un agua espesa amarillenta y ya un agua clara como el cristal.

»Terminaremos diciendo que despues de mas de seis años el aparato de filtracion de Fonvielle funciona en el hospital de París con un éxito feliz.»

Filtracion y depuracion de las aguas por el carbon.—Cuando las aguas destinadas á servir de bebida tienen un olor fétido á consecuencia de la descomposicion pútrida de materias orgánicas, la filtracion al través de las capas de arena puede muy bien restituirla su diafanidad, pero conservan siempre un olor y un sabor desagradable, y son siempre mal sanas. Lowitz hizo la observacion importante de que el carbon vegetal quebrantado gozaba la propiedad de quitar el olor y sabor desagradable á las sustancias animales y vegetales que esperimentan la corrupcion.

Poco tiempo despues, en 1800, Smith y Ducommun, haciendo aplicacion de este principio establecieron filtros de carbon para la desinfeccion de las aguas corrompidas, estancadas y fétidas. En las esperiencias hechas delante de los catedráticos de la Escuela de medicina y de los comisarios del Instituto, han probado que estos filtros hacen potable y sana el agua de mar en la que se hayan hecho macerar restos animales.

En 1803, Berthollet nos enseñó que carbonizando el interior de los toneles, el agua podia conservarse durante largo tiempo sin contraer ningun mal olor, y esta observacion ha sido confirmada por los navegadores en los viajes de largas travesías.

Hallé y Vauquelin, que escribieron una memoria sobre las propiedades desinfectantes de los filtros de carbon, hicieron observar que cuando las aguas son muy pútridas, la virtud absorbente del carbon se destruia prontamente, y que en este caso apenas puede desinfectar completamente un peso de agua igual á 20 veces el del carbon. Pero es necesario reconocer que rara vez hay que operar sobre aguas tan corrompidas, y el carbon se muestra las mas veces eficaz aun despues de haber depurado mil veces su peso de agua, que poseia antes de su accion un olor sensible.

Estos mismos químicos observaron igualmente que las aguas pútridas que habian perdido completamente su olor y su sabor, pasando sobre filtros de carbon y de arena, no estaban privadas por esto de todas las materias orgánicas que contenian, y que se corrompian de nuevo al cabo de algunos dias.

Yo he hecho sobre este punto de la depuracion de las aguas fétidas, esperiencias y observaciones que creo dignas de referirse.

En las esperiencias que ejecuté el año 1839 con el doctor Ducommun, recogí el agua en el sumidero de San Jaime. El olor de

este líquido era infecto y su sabor detestable : filtrado al través de un filtro ordinario de arena y carbon habia perdido su olor y su sabor pútridos, pero examinado con cuidado se percibian algunos copos de materias orgánicas que nadaban en él. Despues de doce horas empezó á enturbiarse, y cuando fueron cumplidas veinticuatro habia recuperado en gran parte su olor y su sabor pútridos. En una segunda esperiencia, el agua infecta fue depurada por un filtro perfectamente dispuesto, quedó privada de todo olor y de todo sabor pútridos, y adquirió una trasparencia perfecta. Examinada despues de doce horas de conservacion en un frasco de tapon esmerilado á una temperatura de 15 á 22° cent. no se habia enturbiado ni habia recobrado su olor y sabor primitivos. Sin embargo, contenia todavía en disolucion una gran cantidad de materias orgánicas, cuya presencia se podia probar fácilmente por medio de una disolucion de tanino ó de bicloruro de mercurio.

Volveré despues á hacer referencia de esta agua que he observado con cuidado hasta pasados cinco años. Pero ahora voy á insistir sobre un hecho digno de notarse, el cual depende de la comparacion entre estas dos observaciones, y que mis investigaciones sobre los fermentos alcohólicos han mostrado ser mas general.

En los dos esperimentos que he referido, se operaba sobre la misma agua. En los dos casos habian desaparecido por la filtracion sobre carbon todo olor y todo sabor pútridos : en los dos casos el agua contenia todavía en disolucion una cantidad notable de materias orgánicas azoadas, y sin embargo una de estas aguas se habia corrompido rápidamente, y la otra no se habia alterado. La diferencia consistia en que el agua que estaba bien conservada era de una perfecta trasparencia; las materias inertes del filtro habian retenido en suspension todas las sustancias orgánicas. Al mismo tiempo el agua que se habia corrompido de nuevo retenia todavía copos de materias orgánicas en suspension, las cuales puede considerarse que han obrado como verdaderos fermentos pútridos.

He aquí un esperimento que nos demuestra la influencia de las materias orgánicas insolubles.

Dejé corromper en el agua materias animales; cuando esta agua hubo adquirido un olor infecto y un sabor desagradable, la filtré sobre un filtro de carbon dispuesto con el mayor cuidado y la separé en dos frascos: en el uno no puse mas que el agua y permaneció sin corromperse; en el otro añadí una disolucion de tanino, y despues de 48 horas, el agua habia adquirido toda su fetidez. El tanino, obrando sobre las materias animales disueltas, habia determinado la formacion de un precipitado, el que se comportaba como un verdadero fermento pútrido.

Volvamos ahora al exámen de diversas muestras de aguas, las que por mí han sido conservadas en frascos de cristal esmerilados desde el 8 de octubre de 1839.

1.° Tenia por una parte agua del sumidero de la calle de San

Jaime, la cual antes de la filtracion sobre capas de arena y carbon tenia un olor repugnante. Despues de esta operacion *su claridad era absoluta* y su sabor no tenia nada de desagradable. Era un agua potable de buena calidad, y aunque retenia algunas materias orgánicas en disolucion, se sostuvo mas de un mes sin perder su trasparencia. Poco á poco aparecieron en esta agua algunos copos de una materia verdosa, materia que tapizaba la mayor parte del frasco y que se recubria con burbujas de gas. He reconocido despues que estos copos verdosos eran idénticos á los que han sido examinados en condiciones análogas por Augusto y Carlos Morren; estaban formados por el *chlemidonas pulvisculus* (Khrhen) y por otros animalillos, y por restos de algas dispuestos simétricamente, sobre los cuales descansaban estos animalillos. He probado que el gas que se desarrolla en esta agua contiene 52 por 100 de oxígeno. Está hoy en tan buen estado como el primer dia despues de su filtracion.

2.º Tenia por otra parte agua que habia tomado un olor infecto á consecuencia de la maceracion de viandas corrompidas. La filtré con el mayor cuidado sobre el filtro de arena y de carbon; su trasparencia era perfecta y su sabor no era desagradable. Durante los seis primeros meses permaneció clara, aunque contenia mucha materia albuminosa soluble, y se formaron poco á poco en su superficie algunos copos blanquecinos que concluyeron por aglomerarse en una membrana mucilaginosa medio trasparente, compuesta de algas microscópicas mezcladas de infusorios igualmente microscópicos. Hoy, despues de 5 años de conservacion, el sabor de esta agua no es á la verdad desagradable.

3.º En la última serie de esperiencias habia hecho macerar en el agua carne corrompida y huevos: el agua infecta que resultó fue perfectamente filtrada y depurada sobre un filtro de arena y carbon. La trasparencia de esta agua era igualmente absoluta, pero despues de dos meses de conservacion se enturbió y se formaron poco á poco membranas delgadas de color moreno. El agua tomó y posee hoy un olor estremadamente intenso de hidrógeno sulfurado.

Las observaciones que acabo de recitar prueban que cuando las aguas infectas han sido depuradas al través del filtro de carbon, si la filtracion no es perfecta, quedan materias en suspension al mismo tiempo que sustancias orgánicas en disolucion, y se corrompen de nuevo muy rápidamente. Si por el contrario, la filtracion es perfecta, si no existe *ninguna materia orgánica en suspension*, estas aguas pueden conservarse largo tiempo aunque retengan materias orgánicas en disolucion.

Las alteraciones que estas materias orgánicas esperimenten con el tiempo, podrán diferir completamente de las que tenian en el agua primitiva. En lugar de fermentos pútridos pueden desarrollarse en estas aguas ciertos animalillos infusorios estudiados en estos últimos años, los cuales lejos de alterar el agua, la purifican y suministran incesantemente oxígeno, que en el estado naciente destruye todas las materias hidrogenadas infectas.

La consecuencia natural de todo esto es que cuando se quieran *conservar* aguas depuradas, se hace indispensable que la filtracion sea perfecta y que estas aguas esten completamente exentas de toda materia orgánica en suspension. Los aparatos de Fonvielle que se emplean generalmente desde que la Academia de ciencias ha otorgado su aprobacion, son, no solamente preciosos porque dan con facilidad el agua diáfana, sino tambien porque permiten asegurar su conservacion, lo cual es sumamente útil en los viajes marítimos y en otras circunstancias.

Procedimiento galvanoplastico para dorar, platear, platinar, etc. los metales.—En la parte física de este Curso se ha indicado el procedimiento de La Rive para dorar la plata y el laton, y se dieron á conocer las pilas de corriente constante que se emplean en la galvanoplastia. Ahora voy á dar á conocer aquí con la estension mayor que me sea posible, los procedimientos nuevos para dorar, platear, platinar, etc. los metales. He aquí cómo se esplica Dumas en un informe dado á la Academia de ciencias: «Un arte nuevo de la mayor importancia, porque tiende á hacer general los goces de un lujo razonado, acaba, si no de nacer en Francia, al menos de recibir un desarrollo inesperado. Este es el arte de aplicar á voluntad los metales mas resistentes ó los mas preciosos en capas tan finas como las de un barniz ó mas gruesas si se quiere, sobre objetos fabricados con otros metales mas baratos y mas tenaces que aquellos.

»Así los objetos de hierro y acero, es decir, los que son tenaces, duros ó cortantes, pero oxidables al aire, pueden, conservando sus antiguas propiedades, hacerse inalterables al aire por medio de un barniz de oro, de platino ó de plata. Este barniz es además tan lijero y tan fino, que el utensilio á que se aplica apenas se diferencia en su precio del que tenia sin él.

»Los utensilios de cobre, laton ó estaño que serian perjudiciales ó desagradables, pueden recibir la misma preparacion en capas de mayor diámetro y hacerse inalterables al aire, inodoros y de un uso saludable. Y como el agente que produce estos efectos posee una influencia sin límites, es necesario añadir que no es solamente el oro, el platino y la plata los metales que pueden aplicarse sobre algunos otros metales, sino que el cobre, el plomo, el zinc, el níquel, el cobalto, etc., hacen cambiar el aspecto de los objetos sobre que se aplican, ó les comunican propiedades nuevas y provechosas.

»Este arte, añade el químico ya citado, tendrá por efecto casi cierto destruir todos los medios tan peligrosos de dorar por medio del mercurio. Tambien proporcionará así el uso agradable y útil de la plata, hasta á las gentes mas humildes, y permitirá aplicar el oro á una porcion de objetos de uso comun. Finalmente, dará el importante resultado de hacer un empleo sumamente frecuente de metales preciosos, empleo que contribuirá á reanimar la esplotacion de las minas de plata, á levantar el precio decaido de este metal, y á poner al nivel su uso con la

abundancia de produccion que se manifiesta hace largo tiempo de una manera tan sorprendente.

Procedimiento para dorar segun Elkington.—«Se toman 31 gramos 25 centigramos de oro convertido en óxido, 5 hectógramos de cianuro de potasio y 4 litros de agua. Se hace hervir el todo durante media hora, y entonces está el líquido en disposicion de servir. Cuando está hirviendo se dora mas pronto que cuando se encuentra frio. En ambos casos se sumergen en él los polos de una pila de corriente constante; el objeto que se ha de dorar se suspende en el polo negativo á donde debe dirigirse el metal de la disolucion.

»La disposicion del aparato de Elkington consiste en un vaso cilíndrico de cobre con un hilo largo de este metal y en otro vaso tambien cilíndrico de tierra porosa, cuyo diámetro es menos de los $\frac{2}{3}$ de aquel que se coloca dentro del vaso de cobre, y el elemento cilíndrico de zinc con un hilo de cobre se pone entre las paredes de los dos vasos. Dispuesto así el aparato se vierte el baño de oro en el vaso de tierra y una disolucion de sal marina en el vaso de cobre, y se sumergen los dos polos en el de tierra, así como los objetos que se han de dorar, los cuales se colocan junto al polo negativo, es decir, junto al hilo de cobre que parte del zinc.

Procedimiento para dorar de Ruoltz.—«Emplea una pila de 40 pares de 16 centímetros de ancha, sobre 8 de alta. Arma el polo positivo de un hilo de platino, y el negativo de otro de cobre que va á parar á la vasija en que se encuentra el baño de oro ó de otro metal. Los objetos que se han de dorar, platear, estañar, cobrear, etc., se colocan sobre el hilo de cobre: el de platino pasa junto á ellos, pero sin tocarles.

»Ruoltz ha ensayado una variedad tal de disoluciones de oro, que le ha sido fácil encontrarlas mas baratas y mas convenientes que las de que hace uso Elkington. Se sirve: 1.° del cianuro de oro disuelto en el cianuro simple de potasio; 2.° del cianuro de oro disuelto en el cianoferruro amarillo; 3.° del cianuro de oro disuelto en el cianoferruro rojo; 4.° del cloruro de oro disuelto en los mismos cianuros; 5.° del cloruro doble de oro y de potasio disuelto en el cianuro de potasio; 6.° del cloruro doble de oro y de sodio disuelto en la sosa; y 7.° del sulfuro de oro disuelto en el sulfuro de potasio neutro.

»Los químicos se admirarán, añade Dumas, examinando todos estos procedimientos, especialmente el último de ellos. Este procedimiento fundado en el uso de los sulfuros, que es el mas conveniente y el mas á propósito para dorar ciertos metales, tales como el bronce y el laton cuya sensibilidad á sulfurarse es muy marcada, produce el mas hermoso y el mas puro entre todos los dorados.

»Por lo demás estos procedimientos dan muy buen resultado, y en particular los tres últimos permiten dorar todos los me-

tales mas usados en el comercio, y aun los que hasta ahora no se han empleado. Así es que se puede dorar el platino, bien sea toda su superficie, ó bien sobre ciertos puntos, de manera que se obtengan dibujos de oro sobre un fondo de platino.

»La plata se dora tan fácil y regularmente y con colores tan puros y tan hermosos, que es de creer que en lo sucesivo toda la plata sobredorada se obtendrá por este medio. El diámetro de la capa de oro y aun su color se varía á voluntad. Se pueden hacer sobre la misma pieza mezclas de mate y de pulido. En fin, se doran con igual facilidad las piezas de gran dimension, las llanas ó de relieve, las grabadas, y aun los hilos mas delgados.

»Todo lo que se ha dicho de la plata puede aplicarse al cobre, al bronce, al laton, etc. Nada mas fácil y mas regular que dorar los objetos de diversa naturaleza que se fabrican en el comercio con estos tres metales. El oro ya se aplica en películas escesivamente delgadas, y constituye un simple barniz útil para resguardar estos objetos de la oxidacion; ya se emplea en capas de mayor diámetro, y está destinado para resistir además al frote y al uso. Por un mecanismo muy sencillo se puede variar el espesor de la capa de oro dejándola muy delgada cuando el fin es que sirva para preservar la pieza de la accion del aire, y por el contrario proporcionándola mas gruesa cuando su efecto haya de ser resistir al frote. La joyería sacará gran partido de estos medios, y la ciencia obtendrá igualmente su parte de ventajas. Por este medio podremos dorar á un precio cómodo todos los instrumentos de cobre que tan rápidamente se deterioran en nuestros laboratorios: nos procuraremos tubos, cápsulas y crisoles que reemplazarán las vasijas de oro, necesarias algunas veces, y que ningun químico posee en el dia.

»El plaqué toma muy bien el dorado en virtud de este procedimiento. Ahora es muy fácil convertir por este medio en plata sobredorada los cubiertos de plaqué, los que se hallan ya bastante generalizados y que no dejan de ser algun tanto peligrosos.

»El acero y el hierro se doran bien y sólidamente por este método; método que no tiene relacion respecto á este punto con los procedimientos tan imperfectos de dorado sobre hierro y acero usados en época anterior. Solamente es necesario dar principio por poner sobre el hierro ó el acero una capa muy fina de cobre. Los cuchillos de que nos servimos para partir las frutas, los instrumentos de los laboratorios, los de cirujía, las armas, las monturas ó cajas de anteojos, y una multitud de objetos construidos con acero ó con hierro, recibirán este barniz de oro con economía y con facilidad. Hemos probado ya que diversos objetos de esta naturaleza habian sido recibidos con una gran satisfaccion por el comercio de todas partes. El empleo de los cuchillos dorados para el uso habitual nos ha hecho conocer que esta aplicacion puede resistir por mucho tiempo cuando la capa de oro era un poco gruesa.

»El estaño ha sido bajo este aspecto objeto de esperiencias

muy interesantes por parte de Ruoltz. Se ha cerciorado de que no se dora muy bien por sí solo; pero si se cubre con una película muy delgada de cobre, entonces se dora tan fácilmente como la plata. El dorado sobre estaño es tambien de una belleza tal, que se puede asegurar que el comercio sabrá dar segura salida á este nuevo producto. Como quiera que sea, debemos advertir que en razon del precio elevado del oro es difícil poner sobre los cubiertos de estaño una capa de oro suficiente para hacerlos duraderos y no elevar demasiado su precio.»

Modo de platear los metales.—Continuaremos dando noticia de la memoria presentada acerca de este punto á la Academia de ciencias. «Todo lo que acabamos de decir con relacion á las aplicaciones del oro, debe aplicarse á la plata. Ruoltz ha conseguido igualmente por medio del cianuro de plata disuelto en el cianuro de potasio, aplicar la plata con la mayor facilidad. Este metal puede aplicarse sobre el oro y sobre el platino, por solo el gusto ó el adorno. Se aplica tambien con igual facilidad sobre el laton, bronce y cobre, de manera que pueda reemplazar el plaqué. Se platean tambien con facilidad el estaño, el hierro y el acero. La aplicacion de la plata sobre el cobre ó sobre el laton se hace con una facilidad tal, que está destinada á reemplazar todos los métodos de platear al molido y por la via húmeda, y aun en muchos casos á la fabricacion del plaqué.

»En efecto, la plata puede aplicarse en películas delgadas, como se practica para preservar de la oxidacion una multitud de objetos de quincallería y en capas tan gruesas como se quieran, de modo que pueda resistir á la accion del roce.

»Para el uso de los químicos, hemos sentado ya que una cápsula de laton plateada puede reemplazar á una cápsula de plata hasta resistir á la fusion de la potasa hidratada. Pero es necesario no repetir esta prueba con demasiada frecuencia, pues que la plata se disuelve en la potasa. Este resultado naturalmente conduce á la interesante cuestion de ver hasta qué punto podrá estenderse la aplicacion de estos nuevos procedimientos para la conservacion de las balanzas y de las máquinas de física, y para la preservacion de los utensilios empleados en las casas por los confiteros ó por los farmacéuticos en las preparaciones de alimentos ó de medicamentos ácidos. La plata se aplica muy bien sobre el estaño. Suministra así un medio de hacer desaparecer el olor desagradable de los cubiertos de este metal, dándoles además el aspecto y todas las propiedades esteriores de los cubiertos de plata. Seria sin ninguna duda una de las circunstancias mas importantes de los procedimientos que nos ocupan, si en lugar del estaño, como cuerpo de la pieza, se pudiese sustituir con otro metal mas económico y mas sólido. Tal parece ser el hierro y aun la fundicion. Fabricando cubiertos con estos metales y recubriéndolos con una capa de plata, permitirán popularizar en Francia por su conveniencia de precio objetos usados ya en Inglaterra. Con efecto, se fabrican por otros procedimientos mas caros y menos perfectos muchos cubiertos de hierro plateado en la ciudad de

Birminghan, y su uso es habitual en la mayor parte de las familias de Inglaterra.

»*Platinadura*.—Segun la analogía que bajo muchos aspectos existe entre el platino y el oro, podria creerse á primera vista que el platino se aplica tan fácilmente como el oro sobre los diversos metales ya citados. Sin embargo, este resultado ofreció graves dificultades durante algun tiempo por la lentitud con que obedece á la accion de la pila. Es necesario, por ejemplo, con las disoluciones en los cianuros, dar á la esperiencia una duracion ciento ó doscientas veces mas larga para el platino que para obtener capa del mismo grueso con la plata ó el oro. Pero haciendo uso del cloruro doble de platino y de potasio disuelto en la potasa cáustica, se obtiene un líquido que permite platinar con la misma facilidad y la misma prontitud que cuando se trata de dorar ó de platear.

»No insistiremos sobre las diversas aplicaciones que el platino podrá recibir con esta nueva direccion. Los químicos encontrarán el medio de procurarse grandes cápsulas de laton platinado, las cuales suplirán con grande economía á las de platino, y presentarán toda la resistencia necesaria para las disoluciones salinas ó ácidas. Los armeros sacarán provecho de este medio bajo diversas formas para preservar los metales oxidables ó sulfurables que entran en la fabricacion de las armas. La joyería podrá hacer entrar el platino en sus adornos, y la relojería encontrará un escelente agente para cubrir de un barniz muy durable las piezas capaces de alterarse.

»*Baño de cobre*.—Ruoltz no se ha limitado á la aplicacion de los metales preciosos. Estendiendo sus procedimientos á todos los metales usados, ha ensayado el baño de cobre, de zinc, de plomo, de cobalto, de níquel etc., y de los demás metales usuales. El baño de cobre aplicado sobre hierro en hojas ó fundicion, da el medio de hacer con conveniencia el forro de los navíos, si la esperiencia confirma las ideas que se pueden tener acerca de la resistencia de este producto. Es evidente en todos los casos que la hoja de hierro y la fundicion natural ó dulce pueden recibir por el baño de cobre todas las propiedades de este metal en lo concerniente al color, brillo y resistencia al aire, y que por la misma naturaleza de la materia interior hace bajar mucho el precio del producto. El baño de cobre se aplica como el de plata por medio del cianuro de cobre, disuelto en los cianuros alcalinos; pero la precipitacion del cobre es mas difícil que la de los metales preciosos. Por lo demás, lo que acabamos de decir del platino demuestra cuán grande puede ser la influencia de la disolucion con respecto á este punto.

»*Baño de zinc*.—El hierro cubierto de zinc adquiere la facultad de resistir á la accion oxidante del aire y sobre todo al aire húmedo ó al agua. En efecto, el zinc, que es mas oxidable que el hierro, preserva este metal de la oxidacion, y no se oxida casi nada él mismo, porque cuando se cubre de una capa de subóxido, contiene toda alteracion ulterior. En la mayor parte de las apli-

caciones ensayadas por Ruoltz, se encuentra que el metal depositado es negativo respecto al metal recubierto. Toda la garantía que promete el barniz metálico en caso semejante, estriba en su perfecta integridad, porque si se descubre en un punto cualquiera y puede llegar el aire húmedo hasta el metal interior, la capa superficial lejos de servir para preservarle, será por el contrario una causa determinante de oxidacion. El zinc aplicado sobre el hierro le preserva doblemente: en tanto que está intacto como barniz y cuando está algo descubierto por una accion galvánica. Esta particularidad esplica el buen resultado obtenido con el hierro cubierto de zinc en todas las aplicaciones en que se emplean en frio el hierro, ó este metal batido, no necesitando de toda su tenacidad, y pudiendo soportar un aumento de gasto. En general el hierro cubierto de zinc no debe aplicarse para contener agua caliente; la accion galvánica de los dos metales determina muy rápidamente la oxidacion del zinc, y el hierro se corroe á su vez con una actividad singular.»

Resulta de lo dicho que pueden aplicarse los metales económicos lo mismo que los metales preciosos por el método galvánico. Debemos solamente observar que una de las condiciones indispensables y generales del buen éxito es que las superficies de aplicacion esten perfectamente limpias. Por esta razon, antes de aplicar el oro, la plata ó el platino sobre el cobre será necesario someterle á dos operaciones. Se *recuecen* y se *limpian*. Para recocerlas se colocan sobre una plancha de hierro y se calientan hasta el rojo; se sumergen despues en una mezcla de agua y ácido sulfúrico; y en fin, se limpian sumergiéndolas en ácido nítrico á 36°, y despues en una mezcla de ácido nítrico al mismo grado, ollin y sal marina. Se enjuagan las piezas en agua, y despues se secan con serrin de boj caliente. La limpieza es tan perfecta que á primera vista se pueden tomar por doradas.

De la aplicacion de los oxidos sobre los metales.—Becquerel ha publicado procedimientos muy ingeniosos para depositar los peróxidos de plomo y de hierro sobre los metales de un uso diario, con el fin de preservarlos de la alteracion por parte de los agentes esternos, depósitos que no dejarian de producir buen efecto, en razon de la inalterabilidad de estos óxidos. El aparato que Becquerel emplea y que ha servido de tipo á las pilas de corriente constante, está formado de un frasco lleno de ácido nítrico, en el cual se sumerge un tubo de cristal, cerrado por su parte inferior con arcilla retenida por medio de un lienzo atado convenientemente y lleno de una disolucion de potasa concentrada, y de dos láminas de platino, sumergidas la una en el ácido y la otra en la potasa y comunicando entre sí por medio de un hilo de platino, cuyos estremos están arrollados uno sobre otro. Luego que se establece la comunicacion se produce un desprendimiento abundante de gas oxígeno sobre la lámina sumergida en la disolucion de potasa. Este efecto es debido á la accion de la corriente resultante de la combinacion del ácido con la potasa; accion que obra con tanta mayor fuerza, cuanto mas fina es

la capa de arcilla que sirve de tapon. Se puede sustituir la arcilla con el yeso amasado para este efecto.

Aplicacion de los oxidos con adherencia sobre las superficies metalicas.—Espondremos ahora el modo como Becquerel ha conseguido fijar sobre los metales los peróxidos de plomo y de hierro.

Disolucion potásica del plomo.—Se han disuelto en un balon 200 gramos de potasa cáustica en 2 litros de agua destilada, se han añadido 150 gramos de litargirio, se ha hecho hervir durante media hora y dejado reposar la disolucion, despues de lo cual se ha tomado un cilindro de porcelana desentumecida, lleno de la disolucion de su volúmen de agua. El cilindro ha sido sumergido en un frasco que contenia agua acidulada por $\frac{1}{20}$ de su peso de ácido nítrico: en ella se sumergia una lámina de platino que comunicaba con el polo negativo de una pila voltáica de corriente constante. El polo positivo estaba en comunicacion con la pieza que se habia de recubrir de protóxido. Supongamos una lámina de hierro y veamos lo que sucede. La lámina bien limpia y seca suavizada por la lima y la piedra pómez ha sido sumergida en la disolucion. Se ha desprendido tambien una gran cantidad de hidrógeno sobre la lámina de platino á consecuencia de la descomposicion del agua y del ácido nítrico. El oxígeno se dirige al polo positivo, y en lugar de oxidar el hierro, ha cambiado en peróxido el protóxido de plomo, que atraido por el mismo polo en razon de su estado negativo, se deposita sobre el hierro y se adhiere á él. Algunos minutos han bastado para que la lámina se cubra de peróxido de plomo, el cual aparece de color negro con un lijero tinte moreno. Separada la pieza y seca con serrin, ha sufrido el pulido al rojo de Inglaterra; entonces la superficie ha tomado un aspecto negro plomoso de un brillo bastante vivo. Un pequeño busto de laton recubierto de peróxido de plomo y despues bruñido presenta el aspecto del mas hermoso bronce.

Becquerel ha querido ver hasta qué punto era posible depositar el peróxido de plomo sobre un cañon de pistola, cuya superficie se habia limpiado con la lima y la piedra pómez. Los resultados han sido tan satisfactorios como era de esperar. La superficie del cañon ha tomado bajo la piel y el rojo de Inglaterra el brillo de la lámina de hierro. La esperiencia probará bien pronto si los cañones de armas de fuego y otros objetos de hierro de un uso habitual pueden ser preservados durante mucho tiempo por este procedimiento. El medio mas sencillo de preparar la disolucion amoniacal de hierro, que debe estar tambien colocada en un aparato semejante al descrito precedentemente, consiste en hacer una disolucion de protosulfato de hierro en caliente, colocarla bajo de una campana en la que se hace el vacío con el fin de quitarla el aire que contiene, y conservarla despues en un frasco de tapon esmerilado. Se introduce cierta cantidad de

esta disolucion en el cilindro de porcelana y se vierte sobre ella amoniaco privado igualmente de aire en cantidad un poco mas que suficiente para disolver el protóxido de hierro. A continuacion se sumerge dentro la pieza que se ha de recubrir, la cual se pone en comunicacion con el polo positivo de la pila, se agita con un tubo la disolucion, y se cierra el cilindro para sustraerle de la accion del oxígeno del aire, el cual haria pasar el protóxido al estado de peróxido. A pesar de todas estas precauciones se deposita siempre óxido verde que es imposible evitar. Luego que está cerrado el circúito hay desprendimiento de hidrógeno sobre la lámina de platino, y el oxígeno se dirige sobre la pieza en la disolucion amoniacal y peroxida el hierro, que se deposita con adherencia. Esto sucede por el mismo motivo que existe para determinar el depósito del peróxido de plomo sobre la lámina de cobre; es decir, porque el protóxido de hierro haciendo las veces de ácido respecto al álcali es atraido por el polo positivo. No todos los metales son á propósito para recibir semejantes depósitos: aquellos cuyos óxidos son solubles en el amoníaco deben ser escluidos. Uno de los que se hallan en este caso es el cobre, el cual aparece plateado ó dorado imperfectamente, porque el oxígeno trasportado oxida al cobre, sea directamente ó al través de la capa de plata ó de oro, y porque el óxido de cobre se disuelve tambien en el amoníaco, y no hay de consiguiente posibilidad de que se efectue el depósito. Pero no es solo esto lo que acontece, ocurre además que una porcion del oxígeno empleado en oxidar el cobre no puede obrar sobre el protóxido de hierro. Mas no sucede lo mismo respecto al hierro y al acero: estos dos cuerpos se recubren con una capa adherente de peróxido de hierro. Algunos minutos bastan para dar al depósito un color moreno rojizo que tiene semejanza con el aspecto del cobre precipitado. El depósito se pule frotando con una piel y con el rojo de Inglaterra. Cuando la superficie ha sido con anterioridad preparada convenientemente puede ser bruñido el depósito al acero: un cañon de pistola, un instrumento de acero y otros diversos objetos han sido con el mismo favorable éxito recubiertos de peróxido.

Coloracion electro-química de los metales.—Becquerel ha conseguido por medio de procedimientos electro-químicos obtener sobre los metales tintes tan variados, tan ricos y brillantes como los que nos presentan las alas de los coleópteros que se crian en las regiones tropicales. Los objetos que reciben estos tintes adquieren tanto mas brillo, cuanto mas se frotan con la piel y el rojo de Inglaterra. Esto es una prueba de que las capas muy delgadas que los producen tienen una fuerte adherencia. El bruñido hace la superficie mas brillante, determina la reflexion de una gran cantidad de luz, y debe realzar por consiguiente el brillo del color.

Antes de dar á conocer cómo y sobre qué metales deben ser depositados los colores, Becquerel entra en algunos pormenores relativos á lo que pasa en la fijacion de los óxidos. El principio

del depósito es este: segun es la superficie del metal, así es la capa depositada, con tal que ésta capa sea muy fina. Pero como el depósito se verifica cuando el metal es electro-positivo, es decir, cuando el oxígeno que llega á él tiende á oxidar la superficie y á empañarla, cuando el metal es oxidable no pueden obtenerse los efectos del color como cuando no lo es, tales como el oro ó el cobre dorado, cuya superficie tiene un hermoso bruñido.

El oro es, pues, el metal sobre el cual se depositan los ricos colores. Estos efectos no han sido obtenidos sino con la disolucion del protóxido de plomo en la potasa; no son necesarios mas que uno ó dos pares de una pila, y observar atentamente la operacion, porque no dura algunas veces mas que algunos segundos. Se obtienen los tintes rojo claro, rojo de fuego, rojo oscuro, violado, azul y en fin tintes oscuros; así es necesario sacar continuamente las piezas del baño para poder ver los tintes que uno tiene á la vista. Si la accion es demasiado fuerte se forma el peróxido hidratado de plomo, que se precipita en copos amarillos en la disolucion sin produccion de capas coloreadas. Es pues necesario observar constantemente la operacion, la cual es tan fácil, que se puede obrar sobre un gran número de objetos en poco tiempo y siempre con igual resultado.

Vidrio.—El vidrio es uno de los descubrimientos mas importantes para la humanidad, no solamente por sus numerosos usos económicos, sino tambien por los progresos inmensos que este descubrimiento ha producido en las ciencias mas sublimes. La astronomía, la física, la química y la historia natural han llegado con su auxilio á un grado de perfeccion admirable.

Historia.—Los fenicios conocieron el vidrio antes que todos los demás pueblos y conservaron largo tiempo el monopolio de su fabricacion. Las vidrierías de Sidon y Alejandría han producido, segun Plinio y Estrabon, obras muy perfectas. Los romanos empleaban el vidrio para un gran número de usos. Sin embargo, era tan estimado en tiempo de Neron que una taza de vidrio blanco que este príncipe rompió en un acceso de cólera, le habia, dice él, costado 6,000 sestercios (unos 480,000 rs. de vn.). Parece probado que los romanos no empleaban el vidrio para resguardar sus casas, y se servian para este uso de lijeras láminas de alabastro trasparente. Segun las obras de S. Gerónimo se puede hacer datar el empleo del vidrio para vidrieras desde el siglo III, y la generalizacion de su uso desde el siglo VI. Los franceses enseñaron este arte á los ingleses hácia el siglo VII. He aquí algunos pormenores históricos que parecen auténticos. Los primeros edificios cerrados con vidrios encajados en las ranuras de la madera y retenidos por yeso, fueron las iglesias de Brioude y Tours, hácia fines del siglo VI, y la Basílica de Santa Sofía en Constantinopla en 1627. La industria del vidrio se generalizó en Europa desde la época de las Cruzadas: Venecia conservó su monopolio por dilatados años. Colbert fue el primero que introdujo en Francia esta industria. Agrícola, Neri, Mer-

rat, Kunkel, Poot, Achard, Bosc de Antie, Allut y Loysel han escrito sobre el vidrio con bastante prolijidad.

Se da en las artes el nombre de vidrio á un sobresilicato alcalino, fundido y mezclado con mas ó menos cantidad de silicatos terrosos y metálicos. Veamos la composicion de diferentes especies de vidrio.—1.º *Vidrio soluble.* Silicato simple de potasa ó sosa, ó bien una mezcla de estos dos silicatos.—2.º *Vidrio de Bohemia* ó *crown-glass.* Silicato de potasa ó de sosa y de cal. El vidrio para vidrieras tiene la misma composicion, pero en proporciones variables.—3.º *Vidrio de botellas.* Silicato de potasa ó de sosa, de cal, de alúmina y de hierro.—4.º *Cristal ordinario.* Silicato de potasa y de plomo.—5.º *Flint-glass.* Silicato de potasa y de plomo, todavía mas rico que el precedente.—6.º *Estrás.* Silicato de potasa y de plomo, aun mas rico que el anterior.—7.º *Esmalte.* Silicato, estanato ó antimoniato de potasa, de sosa y de plomo.

Vidrio soluble.—Se obtiene haciendo fundir 10 partes de carbonato potásico, 15 de cuarzo y 1 de carbon en un crisol de arcilla refractaria á un calor sostenido de seis horas. Este vidrio se disuelve completamente en el agua hirviendo. Fusch ha demostrado que una disolucion de vidrio soluble puede hacer las maderas y pinturas empleadas para la decoracion de las habitaciones difíciles de inflamarse é incapaces de propagar el fuego. Todo el material del teatro de Munich ha sido cubierto con una capa de este vidrio.

He aquí las recetas de diferentes especies de vidrios indicadas por Berzelius.

Vidrio blanco de vidrieras.—Se hace con 60 partes de arena, 30 de potasa pura, 15 de nitro, 1 de bórax y 1 1|2 ó 1 de arsénico blanco, ó con 100 partes de arena, 50 á 65 de potasa, 6 á 12 de cal apagada y 10 á 100 de los pedazos que caen cuando se trabaja el mismo vidrio.

Cristal.—Está compuesto de 120 partes de arena silícica ó de feldespato, 46 de potasa, 7 de nitro, 6 de arsénico blanco y 1|8 de manganeso, ó de 100 partes de arena, 100 de sosa de Alicante, 100 de pedazos de vidrio y 1|2 de manganeso.

Flint-glas.—Se obtiene fundiendo reunidas 120 partes de arena blanca, 35 de potasa, 40 de minio, 13 de nitro, 6 de arsénico blanco y 1|2 de manganeso, ó 100 partes de arena, 80 á 85 de minio, 35 á 40 de potasa purificada, 2 á 3 de nitro y 0,06 de manganeso.

Vidrio para espejos.—Se prepara con 60 partes de arena, 25 de potasa, 15 de nitro, 7 de bórax y 1|8 de manganeso, ó 100 partes de arena, 45 á 48 de sosa purificada, 12 de cal apagada y 100 de sal de Glaubero. Por lo demás, las recetas que se dan para este objeto difieren mucho unas de otras.

Vidrio verde ó de botellas.—Está compuesto de 2 partes de ceniza, 1 de arena y un poco de sal marina, ó de 100 partes de arena, 200 de sosa de varec, 50 de ceniza y 100 de cascos de botellas.

VIDRIO VERDE PARA VIDRIERAS.—Se toman 60 partes de arena, 25 de potasa, 10 de sal marina, 5 de nitro, 2 de arsénico blanco y ½ de manganeso.

Se utiliza con ventaja para fabricar el vidrio verde la ceniza de madera lavada, cuyo álcali mas puro se emplea para hacer el vidrio blanco. Esta ceniza lejiviada contiene silicato potásico (combinado con los silicatos cálcico y alumínico), que se convierte en vidrio verde por la adicion de la arena.

En estos últimos tiempos se ha reemplazado con buen éxito el carbonato sódico por el sulfato, cuyo ácido es desalojado por el silícico con el auxilio de un fuego sostenido.

Estos diversos materiales se reducen á polvo fino, se mezclan de la manera mas íntima y se calcinan hasta que forme una sola masa. A continuacion se hace fundir esta metida dentro de grandes crisoles en medio de un horno particular. Cuando se nota que el vidrio está perfectamente fundido y que no forma ampollas, se espuma para quitarle las sustancias salinas estrañas, designadas con el nombre de *hiel de vidrio*, las cuales sobrenadan en la superficie, y despues se trabaja. Si mientras el vidrio está todavía blando se le alarga rápidamente, se obtienen hilos huecos, de una tenuidad tan grande que se podrian confundir con la seda. Con estos hilos se pueden hacer hermosos penachos, fabricar tejidos y aun pelucas, como se hacia en el siglo último.

VIDRIOS DE OPTICA.—Faraday ha publicado un trabajo muy interesante sobre el vidrio de óptica, y ha enumerado muy bien todas las dificultades que se presentan para tener un vidrio perfecto.

El vidrio que este químico ha trabajado con mas escrupulosidad, y que poseyendo toda la fuerza de dispersion necesaria para reemplazar al *flint-glas*, tenia tambien una fusibilidad que permitia la mezcla íntima, era un borato de plomo silicado que consiste en simples proporciones de sílice, de ácido bórico y de óxido de plomo. Primeramente se purifican los materiales de una manera particular, se mezclan despues y se funden, se convierten por estas operaciones en vidrio bruto, que se afina en seguida y se recuece en una cubeta de platino. Para que el vidrio sea bueno, es necesario que llene dos condiciones, ambas de grande importancia: la una, considerada como la mas esencial, es la falta de estrías y de irregularidad en la composicion, y la otra, que está absolutamente exenta de ampollas. La primera se obtiene por la agitacion y la mezcla perfecta de las partes, pues por el reposo, el vidrio fundido se separa en capas de densidades diferentes, las cuales forman estrías cuando se mezclan entre sí. La segunda condicion se obtiene por el reposo, de modo que los medios que se requieren para reunir estos dos puntos son directamente opuestos. Despues de haber agitado fuertemente la masa con un instrumento particular de platino, con el objeto de separar rápidamente las ampollas, se imaginó el ingenioso medio de verter en el vidrio fundido esponja de platino pulverizada, que precipitándose pronto facilita singularmente la eliminacion de aquellas.

Antes de aplicar el vidrio para las necesidades de la química, es necesario ensayarle. La mejor prueba á que se puede someter, es hacerle hervir en agua régia durante algunas horas, y evaporarle hasta sequedad. Despues de esta operacion se lava el vidrio y se deja secar; si entonces no presenta manchas, se puede considerar como de buena calidad.

Pintura sobre vidrio.—Los primeros ensayos de la pintura sobre vidrio se hicieron en Francia. Algunos de los vidrios de la catedral de Angers y de la iglesia de San Dionisio se consideran como los mas antiguos; datan del año de 1140. La mayor parte de estas pinturas son notables por la sencillez del dibujo, la finura y el brillo de las vestiduras y por su hermoso estilo. El siglo XIII vió elevarse en Francia monumentos muy notables, entre los que como tales figuran en primera línea los dos florones de Nuestra Señora de Paris, así como las admirables vidrieras de la capilla. San Luis habia hecho construir esta iglesia con la mayor magnificencia para depositar en ella los restos de los instrumentos que habian servido para la pasion de Nuestro Señor Jesucristo. En el siglo XVI fue cuando la pintura sobre vidrio se elevó al mas alto punto de esplendor; pero este arte cayó bien pronto en una completa decadencia. Las vidrieras de San Eustaquio y de San Mery fueron á principios del siglo XVII la última espresion de los hermosos dias de este arte monumental, arte que se descuidó despues de tal modo que se creyó en Francia haberse perdido los secretos que le constituian. Esta opinion es infundada, y solo sí es demasiada verdad que el mas hermoso de los colores fundamentales, el rojo purpúreo, habia desaparecido enteramente, y que esta circunstancia produjo el abandono del arte. Este hermoso color ha sido hallado por Bomtemps, director de la vidriería de Choisy.

He aquí las fórmulas de los principales colores empleados en la pintura monumental sobre vidrio: son debidas á Vigné, que es uno de los restauradores de este arte en Francia.

Fundente general propio para la pintura monumental.—Litargirio ó minio 3 partes; arena ó guijarros 1; bórax $\frac{1}{12}$, $\frac{1}{6}$ ó $\frac{1}{2}$ segun el vidrio.

Color de ocre.—Subsulfato de hierro 1; fundente 5; óxido de zinc 1.

Ocre oscuro.—Subsulfato de hierro calcinado lijeramente 4; óxido de zinc 1; fundente 4 1|4.

Rojo de carne.—Peróxido de hierro rojo obtenido por la calcinacion del sulfato 1; fundente 2.

Rojo de sangre.—Peróxido de hierro obtenido por la calcinacion del subsulfato de hierro 1; fundente 3.

Rojo violado.—Oxido de hierro de color de carne, pero mas calcinado 1; fundente 3. Se pueden variar todos estos rojos variando el grado de oxidacion del hierro y la cantidad del fundente.

Rojo purpúreo.—Protóxido de cobre 1; fundente 4.

Moreno claro.—Subsulfato de hierro calcinado 1; óxido de cobalto negro $\frac{1}{50}$ poco mas ó menos; fundente 5.

Moreno oscuro.—Oxido de hierro por el amoníaco 1; óxido de zinc 4; fundente 4.

Moreno negro.—Oxido de hierro por el amoníaco 1; óxido de cobalto 1 1|5; fundente 4.

Gris claro.—Fundente 4; subsulfato de hierro 1 1|2; óxido de zinc por la via húmeda 1; óxido negro de cobalto 1 1|5. Se cuece lijeramente.

El gris azulado se obtiene mezclando al azul de cobalto así preparado: fundente 5; óxido de zinc por la via húmeda 2; óxido de cobalto 1. Se funde y se cuela este azul.

Negro moreno.—Oxido de hierro por el amoníaco 1 1|2; óxido de cobre id. 1; óxido de cobalto negro 1; fundente 8; óxido de manganeso 2. Se tritura bien y se cuece lijeramente.

Negro azulado.—Oxido de hierro por el amoníaco 2; óxido de cobre id. 1 1|2; óxido de cobalto 1 1|2; oxido de manganeso 1; fundente 8. Se cuece lijeramente y se añade un poco de azul si es necesario.

PIEDRAS PRECIOSAS ARTIFICIALES.—Todas estas piedras tienen por base el estrás, al cual se añaden diferentes óxidos con el fin de colorearle.

TOPACIO.—Esta piedra durante su fabricacion, ofrece cambios de color; pasa del blanco al amarillo, al violado y al rojo purpúreo segun la temperatura y la duracion del fuego. Las proporciones que Douault indica para obtener un hermoso topacio son: estrás 31 gram.; vidrio de antimonio 2 gram. 30 centíg.; púrpura de Cassius 5 centíg.

Algunas veces quéda opaca la materia y sirve entonces para hacer el rubí.

RUBI.—Una parte de materia de topacio opáca y 8 partes de estrás forman un hermoso cristal amarillento, que tratado al soplete da un hermoso rubí.

ESMERALDA.—La mejor esmeralda natural se imita tomándo estrás 250 gram.; óxido de cobre 2 gram. 20 centíg.; óxido de cromo 10 centíg.

ZAFIRO.—Sirviéndose de estrás muy blanco 250 gram. y óxido de colbato puro 4 gram., se obtiene un záfiro, el cual aparece con un hermoso azul oriental.

AMATISTA.—Lanzon prefiere á todas las dosis conocidas las proporciones siguientes: estrás 500 gram.; óxido de manganeso 1 gram.; óxido de cobalto 5 centíg.

VERDE MAR.—Es poco buscada aun la natural. Se obtiene mezclando 200 gram de estrás con 100 gram. de vidrio de antimonio, y 6 gram. de óxido de cobalto.

GRANATE SIRICO.—Los antiguos le llamaban *carbunclo*. Es de un color rojo vivo muy agradable. Se obtiene con las dosis siguientes: estrás 28 gram.; vidrio de antimonio 12 gram.; púr-

pura de Cassius 1 decigram. ; óxido de manganeso 1 decigr.

Se recomienda como *modus faciendi* de todas estas piedras la pureza de las sustancias, su perfecta tenuidad, un fuego graduado bien igual en su *maximum* de temperatura, y sostenido durante veinticuatro ó treinta horas, y en fin un enfriamiento muy lento.

FABRICACION DE LA CAL Y DEL CIMENTO ROMANO.—Se llama *piedra de cal* todo mineral que contenga cuando menos la mitad de su peso de carbonato de cal, y que despues de haber sido calcinado goza de la propiedad de desleirse absorbiendo el agua que solidifica. La piedra de cal debe calentarse al rojo para que su agua y su ácido carbónico puedan desprenderse, y para que la temperatura se sostenga muchas horas con objeto de que la descomposicion sea completa.

Se distinguen muchas especies de cales segun la naturaleza de las materias empleadas para la confeccion. Las cales se dividen en dos grandes clases: cales hidráulicas las que adquieren por una larga esposicion bajo el agua una gran dureza, y cales aéreas las que no esperimentan bajo el agua un endurecimiento graduado. Las cales aéreas se dividen en dos géneros: 1º cales grasas; 2.º cales áridas. La cal grasa es casi pura; la cal árida contiene mucha magnesia.

CALES GRASAS.—Estan generalmente compuestas, segun Berthier, de 85 á 97 por 100 de cal, de 1 á 9 de magnesia y de 2 á 7 de alúmina.

CALES ARIDAS.—Estan compuestas de 60 á 78 por 100 de cal, y de 20 á 26 por 100 de magnesia.

CALES HIDRAULICAS.—Las buenas cales hidráulicas contienen de 70 á 85 por 100 de cal, de 22 á 30 de arcilla y de restos de magnesia y de óxido de hierro.

Parece probado segun las esperiencias de Berthier, que las cales que contienen sílice y alúmina y las que contienen sílice y magnesia, adquieren una dureza mas considerable que los silicatos de cal puros; y que los óxidos de hierro y de magnesia no contribuyen en nada á la consolidacion de la cal.

CIMENTO ROMANO.—Se da este nombre á una especie de cal hidráulica, la cual tiene la propiedad de solidificarse muy prontamente al contacto del aire ó en medio del agua, despues de haber sido reducida á pasta un poco consistente.

El agua lejos de ablandarle le da mas solidez y adquiere con el tiempo una dureza considerable sin sufrir pérdida sensible. Estas propiedades hacen del cimento romano un material muy precioso para todas las construcciones hidráulicas, para reparar las paredes que esperimentan infiltraciones, para hacer vasos de piedra artificial, etc. En Inglaterra se hace gran uso de esta sustancia; se empieza á emplear actualmente en Francia, y cuando se comprueben todas sus ventajas se estenderán sin duda en otros diversos paises.

La *piedra de cimento* inglesa, es una caliza arcillada muy fina y de una densidad de 2,59. Está compuesta de carbonato de cal

65,7; carbonato de magnesia 0,5; carbonato de hierro 6,0; carbonato de manganeso 1,6; sílice 18,0; alúmina 6,6; óxido de hierro 0; agua 1,2.

Lacordaire ha descubierto en Pouilly (Costa de Oro) una calcárea que da un cimiento de buena calidad; pero el descubrimiento mas importante respecto á este punto se debe á Gariel de Avallon. Este sabio ha encontrado en Vassy una calcárea de *cimento romano*, la cual da un producto muy notable por la rapidez con que se solidifica, por su solidez y por su hermoso matiz gris.

Para terminar estas cortas nociones sobre las cales y los cimentos, vamos á dar las *conclusiones* para la técnica de un trabajo interesante hecho por Vicat y referente á las piedras de cimento y á las cales hidráulicas; conclusiones insertas en los *Anales de química y de física* correspondientes al mes de agosto del año 1841.

1.ª En el límite que separa las cales hidráulicas de los cimentos, se encuentran dos especies de cales. Estas cales contienen por término medio 53 por 100 de arcilla; y rebeldes á los procedimientos ordinarios de estincion parece que quisiesen ser tratadas como cimentos, y empiezan efectivamente de la misma manera. Sin embargo desisten de esta especie de empeño pasado cierto tiempo; obedeciendo á una estincion lenta cuyo efecto es neutralizar en gran parte las propiedades hidráulicas de la combinacion.

Estas cales-límites son de un uso peligroso y deben ser proscritas de todos los talleres.

2.ª La imitacion exacta de las cales hidráulicas y las eminentemente hidráulicas con mezclas de cales grasas apagadas y de cimentos es imposible. Esta asercion se funda en que dichas mezclas descienden al rango de cales débilmente hidráulicas cuando se da á su manipulacion mas tiempo del que exigen los cimentos para prender. Aquí debe tomarse en cuenta que los cimentos se solidifican en pocos minutos, y que por consiguiente se hace preciso en la práctica no dejar pasar mucho este tiempo.

3.ª Toda sustancia arcillo-calcárea capaz de dar un cimento por una coccion completa, da tambien un cimento por una coccion incompleta, con tal que la proporcion de arcilla respecto á la de cal, supuesta libre esta, no sea inferior á 273 por 100; ó de otro modo, con tal que haya menos de 273 partes de arcilla para 100 de cal libre.

Haciendo esta condicion que no se solidifiquen bien los cimentos, es evidente que la sobrecalcinacion es el único temor, y aun es necesario que haya comenzado la escorificacion para que se destruya toda la energía.

4.ª Toda sustancia arcillo-calcárea capaz de producir una cal-límite ó una cal hidráulica por una coccion completa, puede tambien por una coccion incompleta dar un cimento, ó cuando menos un producto que tiene todas las propiedades de tal, siempre que la proporcion de arcilla sea respecto á la porcion de cal,

supuesta esta libre, menos de un 64 por 100. Con menos de 64 por 100, ó cuando mas de un 62 por 100, no solamente no pueden servir de cimentos los no cocidos, sino que pueden descender al rango de cales las menos enérgicas, con el grave inconveniente de irse *estinguiendo con lentitud.*

Ahora bien, como no se posee ningun medio práctico de discernir á primera vista los cimentos no cocidos de los que lo son, y todavía menos de regularizar la coccion; como no pueden conseguirse estos objetos de manera que pueda espulsarse uniformemente de los fragmentos calcáreos gruesos y pequeños la cantidad de ácido carbónico deseada, resulta *que pulverizados los no cocidos para incorporarlos indistintamente en el mortero, como se ha creido hacer en algunas obras, se puede en vez de mejorarle introducir un verdadero agente de destruccion.*

5.ª Toda fabricacion de cimentos con calcáreas de cales-límites incompletamente cocidas, ofrece graves inconvenientes; porque las partes que llegarian no obstante toda precaucion al término de la coccion completa, no pudiendo ser reconocidas y separadas por un exámen atento quedarian en el cimento como agentes de destruccion.

6.ª Todo ensayo directo que tienda á probar la cantidad de una cal hidráulica, debe ser precedido de una esperiencia que pueda igualmente probar la cantidad de ácido carbónico contenida en esta cal. Con efecto, si este ácido se encuentra en cantidad bastante notable para constituir un cimento mal cocido ó mejor *no cimento*, el ensayo indicará como mala una cal hidráulica que bien cocida ofreceria acaso toda la energía que se desea.

Es imposible dejar de atribuir á la presencia de las cales-límites ó de las mal cocidas en los morteros la degradacion de las junturas, la caida y eflorescencia de las cubiertas y demás accidentes perjudiciales. Estos accidentes jamás se observan cuando se emplean cales hidráulicas bien francas, bien apagadas y bien espurgadas de las mal cocidas y de todo lo que á ellas está unido.

Los antiguos, cuya esperiencia debe ser tomada en consideracion, no se limitaron á arrojar los mal cocidos, sino que querian tambien que las cales destinadas á la confeccion de los revoques tuviesen mas de un año de estincion. Habian observado aun en las cales grasas, que algunas partículas se solidificaban muy lentamente.

Los cimentos que provienen de cales mal cocidas, se deterioran absolutamente en las mismas circunstancias que los cimentos ordinarios.

La apreciacion de las cantidades de cal hidráulica ó de cimento que puede suministrar una determinada sustancia calcárea, puede hacerse por medio de la análisis química con mas celeridad y exactitud quizás que por los medios directos. Mas para esto se deberá abandonar el método ordinario, el cual consiste en separar la arcilla del carbonato por medio de un ácido y atacarle por la potasa. Mediante estos procedimientos se reducirán á si-

lice gelatinosa las partes cuarzosas que no son susceptibles de entrar en combinacion. Para poner en práctica el método nuevamente adoptado, será necesario convertir en cal ó cimento 99 gramos de la materia reducida á polvo muy fino, asegurarse de que no queda mas ácido carbónico y disolver el todo en un esceso de ácido clorhídrico. El residuo no atacado, si le hay, dará la cantidad de sílice ó de arcilla no combinada, y no podrá en su consecuencia concurrir sino débilmente á la cantidad hidráulica de la cal ó del cimento. El resto de la análisis se efectuará como de ordinario.

VIDRIADOS, PORCELANAS, ASPERON, TIERRA DE PIPAS Y LADRILLOS.– Se da el nombre de *vidriados* á todos los objetos preparados con arcillas y sometidos á la accion del fuego. El duque de Luynes ha publicado una escelente memoria sobre los vidriados antiguos, y ella va á servirnos de guia en la parte histórica de esta importante seccion de los conocimientos químicos.

Este arte es sin duda uno de los mas antiguos de todos, inventado en varias épocas y por naciones separadas; era conocido de los pueblos del Asia en los tiempos mas remotos. Los griegos le pusieron en práctica con bastante posterioridad: así es que por largo tiempo ignoraron la construccion del ladrillo para hacer edificios, y conservaron los líquidos en vasija de madera. Los celtas y germanos aprendieron probablemente la fabricacion del vidriado de las colonias griegas ó romanas, y antes de esta época se servian para beber de piedras cóncavas, de conchas ó de cráneos. A pesar de la época reciente que data la introduccion del vidriado en la Grecia, ha adquirido en esta nacion unos tan rápidos adelantamientos que demuestran de una manera innegable la inteligencia de sus habitantes. Con efecto, consiguieron darle formas; despues las embellecieron, y en fin aplicaron los dibujos á su barniz para conseguir los objetos mas hermosos y los adornos mas delicados. Si la porcelana de nuestras fábricas sobrepuja á los vasos griegos por su dureza y su facultad de recibir todos los colores, no tiene ciertamente la misma limpieza en los contornos y la misma gracia en los adornos. Los vidriados antiguos se dividen en muchas clases: griegos, etruscos, romanos y egipcios. Los tres primeros se refieren casi exactamente á nuestra loza, con la sola diferencia de que el esmalte no tenia entre los antiguos por base ni el óxido de estaño, ni el sulfuro de plomo. Los etruscos fabricaron tierras negras ahumadas, y los romanos vasos de un rojo oscuro bastante análogos á las tierras de Wedgevood, pero los hacian sufrir una coccion menos fuerte. Los egipcios parece que consagraron especialmente este arte á la construcion de ídolos, amuletos é insectos asquerosos; empleaban para esto una pasta blanca de fractura concóide que se asemejaba á nuestra porcelana. El esmalte de sus artefactos era muy vidrioso y reluciente, y aparecia coloreado de azul ó verde mediante el óxido de cobre. La vajilla egipcia era de tierra grosera, de madera, de vidrio ó de cobre, y á veces de metales preciosos, esmaltados ó ennegrecidos.

Luego que se inventaron los barnices, se apresuraron á recubrir con ellos los vasos, porque se conoció prontamente la ventaja de hacer aplicacion de una capa delgada que impidiese toda penetracion por parte de los líquidos. En un principio se cubria toda la vasija con el barniz y se preferia el negro por la razon que vamos á esponer.

El óxido negro de hierro se presenta bajo diversas formas, ya en los productos volcánicos ó ya en otras muchas combinaciones naturales; y aparece siempre coloreado y muy fusible con los cuerpos vidriosos. Este cuerpo es el que debió mezclarse primeramente con los fundentes empleados para formar la cubierta ó baño; se adoptó con efecto, y sus ventajas justificaron suficientemente esta eleccion. La análisis química del negro de los vasos antiguos confirma plenamente esta teoría, y aun cuando los fundentes no fuesen verdaderamente conocidos sino por las composiciones que describen Plinio y Vitruvio, el principio colorante del barniz ha podido separarse con facilidad. Los griegos adoptaron el óxido de hierro porque la naturaleza se les suministraba por todas partes, lo mismo que los egipcios adoptaron el cobre en razon de la escasez de los otros. Los retoques en blanco, rojo y amarillo mate se hacen con productos naturales. El blanco es una alúmina blanca llamada vulgarmente tierra de pipas; el rojo es el óxido rojo de hierro, y el amarillo es el ocre. Entran pocos ó ningun fundente, por cuya razon absorben el agua cuando se humedecen: lo mismo sucede con el baño blanco en muchos vasos de Locres, Atica y Tarquinia. Los azules y verdes se sacan de las sales de cobre.

Reinan infinidad de incertidumbres sobre el líquido destinado á estender el baño. Los vasos, al salir de las manos del artífice, estaban tan blandos que cedian á la impresion del dedo. ¿Seria esto debido al agua, á la trementina ó al aceite de que hacian uso? Estos dos últimos cuerpos no podian amalgamarse con la humedad de la pasta; y por lo tanto era imposible servirse de ellos.

El color se aplicaba fácilmente con destreza y seguridad, y rara vez se descascaraba por la coccion. Algunos baños son muy tiernos; los de la Etruria son mas resistentes. Se trazaba con un cuerpo duro, cuyo vestigio coloreado desaparecia por la coccion, dejando en su lugar pequeñas líneas segun las correcciones del artista: todos los rasgos negros interiores estaban hechos con el *cestro* (especie de tiralíneas), y los fondos y las superficies un poco anchas se cubrian con el pincel, lo mismo que los filetes.

Respecto á las inscripciones las hay de dos especies: unas están pintadas sobre blanco ó sobre el fondo natural, con el color negro brillante; y las otras de blanco ó de rojo mate sobre barniz negro. Estas últimas son muy comunes y se aplicaban como los retoques: solamente que concluido el vaso, no se podia colocar cómodamente para escribir sobre él, y era necesario muchas veces trazar las letras al revés. Esta circunstancia esplica muchos de los errores, trasposiciones y omisiones que tan frecuentemente se notan en las leyendas.

Venia en seguida la coccion á descubierto á una temperatura que variaba segun las fábricas. La belleza del barniz dependia del calor. Todo cocia junto, la tierra y el color; en estos mismos términos se hace aun en nuestras fábricas. La Silicia, la Etruria y la gran Grecia suministran los mas hermosos barnices; los de Brucio y Lucania son la mayor parte muy delgados, blandos y fáciles de rayar.

Uno de los efectos mas notables de la coccion era el de variar el color de los vasos al tiempo de recibir el calor. El esmalte pasaba entonces del color negro al verde y de este al rojo. Esta es una propiedad bien conocida del óxido de hierro.

No deben confundirse siempre los accidentes de la coccion con los de la hoguera. La llama de esta cargada de materias carbonosas ennegrecia los vasos, chamuscándolos de una manera rara y jaspeada, haciendo abrir ó descascarar las paredes, penetrando hasta el interior y ensuciando hasta la pasta. Los vasos quemados lo han sido en los términos que acabamos de espresar.

Cuando naturalmente ó á consecuencia de la coccion se vuelve la tierra demasiado pálida en los puntos libres, se frotaba lijeramente y en seco con un ocre rojo oscuro que suplia al de la tierra, y acababa por tapar completamente sus poros, cerrados ya por el pulimento. Casi todos los vasos han sufrido esta operacion final; el rojo de su interior es diferente del de su fractura; se le quita en gran parte frotándole con un lienzo humedecido. Algunos fragmentos descascarados por la accion súbita de la hoguera muestran los contornos de las figuras conservadas todavía por este color rojo, el cual ha resistido á la llama luego que se ha desprendido el barniz. Tales eran los procedimientos mecánicos de los alfareros griegos, demostrados bien por un estudio minucioso y por los ensayos mas asiduos que se hicieron para imitarlos.

Preparacion de los vidriados y porcelanas.—Se distinguen dos partes: la *pasta* que forma la parte esterior, y la *cubierta* ó *baño*, que es la parte ordinariamente lisa y fusible que resguarda el esterior.

Se dividen los vidriados en muchos grupos, segun la composicion de la pasta empleada para su fabricacion. La division adoptada por Brongniart y Dumas es la siguiente:

1.° *Porcelana blanda.* Sílice, alúmina, potasa, sosa y cal.

2.° *Porcelana china.* Sílice, alúmina y potasa.

3.° *Porcelana del Piamonte.* Sílice, alúmina y magnesia.

4.° *Asperon.* Sílice, alúmina, y algunas veces barita ó cal, ú óxido de hierro.

5.° *Loza fina.* Sílice, alúmina y algunas veces cal.

6.° *Loza ordinaria.* Sílice, alúmina y óxido de hierro.

7.° *Ladrillos y crisoles refractarios.* Sílice y alúmina con vestigios de cal ú óxidos de hierro.

8.° *Ladrillos ordinarios, baldosas, tejas, etc.* Sílice, alúmina, óxido de hierro y algunas veces cal.

Los *baños* ó cubiertas son una especie de vidrios ó silicatos de base de óxido de plomo, de potasa, de óxido de hierro, de cal, y algunas veces fabricados con productos naturales como el feldespato.

Son unos barnices que se ponen sobre los vidriados para hacerlos impermeables. Son siempre mas fusibles que la pasta; el óxido de plomo los hace mas fusibles, pero puesto en esceso puede hacer peligrosos los vasos y de una pronta alteracion.

Se principia por preparar las pastas; estas tienen generalmente por base una arcilla, la que se separa por la levigacion de las partes groseras; se añaden á la pasta arcillosa las diversas materias que la deben componer, y se mezclan íntimamente amasándolas por medio de los pies ó por máquinas particulares. La pasta así preparada recibe diversas formas, ó por medio de tornos, ó comprimiéndola en moldes de yeso; se seca y despues se cuece.

La temperatura á que se cuecen los vidriados varía mucho. Algunas veces se eleva casi al grado de la fusion del hierro; esto se hace con la porcelana dura que se cuece á 140° del pirómetro de Wedgevood. En este caso el vidriado que se obtiene, es denso, duro y sólido; pero es siempre de un precio elevado, y no resiste bien á las variaciones repentinas de temperatura. Este vidriado se acerca demasiado al estado de vidrio.

Otras veces, apenas se calientan los vidriados; esto es lo que se hace para los crisoles, ladrillos, tejas, ollas, pucheros, lozas encarnadas, etc.; de este modo se obtienen productos baratos y capaces de resistir las variaciones de temperatura; mas tambien estos productos son porosos, absorbentes, manchadizos, blandos y muy fácilmente atacados por los ácidos ó por los agentes químicos enérgicos.

Se llaman *dos veces cocidas* á las lozas, tratando de darlas baño; cuando la cochura es demasiado fuerte es preciso recurrir á un método de aplicacion que consiste en dar á la pieza el baño hirviendo; su coccion se verifica á una temperatura igual ó mas baja que la de la masa.

PORCELANAS.—Se llaman *porcelanas blandas* las que tienen una masa que da algun paso á la luz y un baño de base de óxido de plomo: la porcelana de Tournay resulta de una mezcla de arcilla, creta y sosa, cuya análisis, segun Berthier, es: sílice 753, alúmina 82, sosa 59, cal 100 y agua 6.

En Inglaterra se fabrican muchas especies de porcelanas blandas de composicion muy variable. He aquí el método de preparar una de aquellas masas: feldespato alterado 60, arcilla de Deron 40 y flint-glass 2. El baño se compone de feldespato 30, sílice 15, minio 6 y sosa 5.

Porcelanas duras ó de China.—La masa de las porcelanas duras en general se halla compuesta de kaolin, especie de tierra que se encuentra en la China, y de feldespato cuarzoso; se hallan tambien estos dos materiales en el Lemosin; en Inglaterra los sustituyen con mezclas artificiales, y en el Piamonte por la

magnesita: en vez de potasa contiene la porcelana magnesia.

El baño de la porcelana dura no es sino la roca de feldespato, la cual sirve de fundente á la masa.

Asperon.—Dase este nombre á las lozas finas de masa compacta y opaca que dan chispas con el eslabon; su dureza las hace tan compactas que no tienen necesidad de baño; se hace algunas veces un esmalte compuesto de sílice 16, minio 96 y óxido de manganeso 2.

Barro de pipas.—Se llama así á una especie de loza fina, blanca y porosa con baño trasparente; la masa se compone de arcilla plástica blanca y de sílice pulverizada: el baño es de base de óxido de plomo. Cuando este óxido se halla en mucha cantidad, el baño es muy fusible; pero las vasijas se alteran prontamente y no son nada saludables. A las pipas jamás se las da baño.

Lozas comunes.—Son una mezcla de arcilla muchas veces ferruginosa, algunas caliza y de arena ordinaria: algunos añaden á la arcilla empleada 0,20 de marga. Se las deja muchas veces sin dar barniz á la masa, y entonces reciben el nombre de *lozas rojas*.

El baño de las lozas ordinarias se forma á manera del esmalte blanco, oxidando una mezcla de 0,14 de plomo y 0,25 de estaño. Cuando se ha obtenido ya este óxido se le combina con una *frita* resultante de la arena blanca y la sosa: se pulveriza el esmalte y se les da valiéndose de los medios conocidos.

La masa de las lozas ordinarias las mas veces es muy fusible, y entonces es menester emplear un baño aun mas fusible; por lo que resultan unos productos muy alterables y de uso perjudicial.

Alcarrazas.—Son unas vasijas hechas de arcilla porosa por una gran porcion de arena que se la añade y por una lijera coccion sin baño; sirven para enfriar el agua hasta 4 ó 5º; causan este efecto porque el agua saliendo poco á poco al través de los poros de la vasija, presenta al aire una gran superficie para su evaporacion.

Tejas y baldosas.—Se emplea para su fabricacion toda especie de tierra arcillosa, que no hay necesidad de que sea infusible.

Ladrillos.—Tienen usos tan diversos que debemos emplear barros muy distintos: los llamados *refractarios* que se emplean en la construccion de los hornillos son hechos de arcilla, que ni es caliza ni demasiado ferruginosa; y de arena que tampoco es demasiado caliza; cuando los ladrillos no estan destinados sino como materiales de construccion, se les cuece muy poco y su masa puede ser menos trabajada y menos infusible; se pueden emplear como ladrillos refractarios los esquistos ó pizarras privados de su betun y agua interpuesta por un calor graduado.

Pintura sobre porcelana, loza ó esmalte.—Se aplican los colores sobre estos cuerpos por medio de mezclas fusibles colo-

readas por la fusion de óxidos metálicos, y aplicadas con pincel sobre los cuerpos que se quieren pintar despues de haber sido pulverizadas, sometiendo el todo á la accion del fuego. Veamos los materiales empleados para este género de pinturas.

Para el azul.—El óxido de cobalto.

Rojo.—El protóxido de cobre, la púrpura de Cassius y el protóxido de hierro.

Verde.—El óxido de cromo, bióxido de cobre, una mezcla de óxido de cobalto, ácido antimonioso y óxido de plomo.

Amarillo.—El óxido de urano, cromato de plomo, ciertas combinaciones de plata, los compuestos de ácido antimonioso y óxido de plomo, ó bien el subsulfato de hierro.

Violeta.—El protóxido de manganeso y la púrpura de Cassius.

Negro.---Una mezcla de óxido de hierro, manganeso y cobalto.

Blanco.—El esmalte ordinario.

Betunes de cal.---Se da este nombre á compuestos de naturaleza muy diversa destinados á imitar las piedras naturales, á unir las junturas de los pavimentos, á preservar de la humedad las azoteas y otros objetos de albañilería.

Argamasas bituminosas.—(*Asfalto Seyssel, Lobsan*, etc.)—Su preparacion es como sigue: en los dos parajes en que se hacen las mas considerables esplotaciones de betun glutinoso, se encuentra inmediato un terreno calizo impregnado de un betun muy propio para la fabricacion de la argamasa bituminosa: se le deseca fuertemente despues de haberle quebrantado en pequeños pedazos, y en seguida se le reduce á polvo fino; se le tamiza y diluye en caliente en cerca de una quinta parte de su peso de asfalto fundido; se debe añadir la materia caliza en pequeñas porciones, agitando sin cesar con una fuerte espátula ó barra de hierro, á fin de que la mezcla sea lo mas íntima posible y no se deteriore ó no se carbonice alguna parte por una demasiada elevacion de temperatura.

Cuando la especie de pasta así preparada está bien homogénea se la saca con una cuchara de hierro y se traslada á unos moldes rectangulares en chapetas, sujetos á una especie de pilares en planchas derechas, recubiertas con hierro en fuertes láminas: las paredes de estos moldes deben prepararse anticipadamente con una lijera capa de argamasa de tierra y agua, á fin de prevenir la adherencia que pudiera contraer con ellas el pan bituminoso.

Se ha querido reemplazar en la composicion de esta argamasa el betun glutinoso por la brea de carbon de piedra; pero todos los ensayos hechos sobre el particular han abortado: efectivamente el buen betun mineral contiene una pequeña proporcion de betun elástico que sirve para dar cuerpo y solidez á esta piedra artificial.

Betun de limaduras de hierro.—Se prepara mezclando vinagre y limaduras de hierro en cantidad suficiente para formar una pasta que se endurece pasando algun tiempo. Tambien pue-

de prepararse por otro método: limalla, 50 partes; azufre 2; sal amoniaco 1; y agua, cantidad suficiente.

Betun de fontaneros.—Se prepara mezclando por la fusion de resina una parte y dos de cimento pulverizado.

Betun hidrofugo.—Esta composicion ha sido inventada por Thenard y Darcet: consiste en una mezcla de una parte de cera y tres de aceite de lino litargirado, ó de dos de resina y una de aceite litargirado; se hace penetrar este betun fundido por medio de un calor muy intenso en los poros de las piedras ó yeso que se quieren pintar. Estos materiales así preparados por el betun adquieren una solidez muy admirable y se hacen impenetrables á la humedad. La prueba intentada en la cúpula del Panteon que Gros ha cubierto de tan bellas pinturas, ha demostrado todas las ventajas de este betun. Las paredes muy húmedas de los pisos bajos se hicieron salubres del mismo modo. El coste solo es de unos 80 céntimos (tres reales) por metro cuadrado.

FIN DEL TOMO PRIMERO.

TRATADO COMPLETO

DE QUIMICA.

II

TRATADO COMPLETO

DE QUIMICA

con sus principales aplicaciones á las artes y á la industria

ilustrado con sesenta figuras intercaladas en el testo

POR A. BOUCHARDAT

NUEVA TRADUCCION

POR

D. ANTONIO SANCHEZ DE BUSTAMANTE.

TOMO SEGUNDO.

MADRID

Imprenta y libreria de D. Ignacio Boix, calle de Carretas, n.° 27.

1848

TRATADO COMPLETO

DE

QUIMICA.

SEGUNDA PARTE.

QUIMICA ORGANICA.

§ I. Nociones generales sobre las materias orgánicas.

ELEMENTOS DE LAS MATERIAS ORGANICAS.—Sumamente limitado es el número de los elementos que entran en la composicion de las materias orgánicas: el oxígeno, hidrógeno y carbono son los cuerpos que, en diversas proporciones, constituyen el mayor número de los productos que entran en la composicion de los vegetales; el ázoe contribuye con ellos á formar una numerosa serie de principios que entran tambien en la composicion de los vegetales y sobre todo en los de los animales: se encuentra tambien, aunque accidentalmente, en las materias orgánicas, azufre, cloro, iodo, fluor, silicio, magnesio, calcio, sodio, potasio, manganeso, hierro, cobre y aun oro, siguiendo la opinion de Becher; pero todos estos cuerpos no son esenciales á la formacion orgánica. La naturaleza, para mejor mostrar su poder, tratando de la organizacion no se vale sino de un pequeño número de elementos combinados en relaciones las mas sencillas: todo el sistema atómico de la naturaleza orgánica versa sobre estos cuatro números 1, 6, 7, 8: tomando el hidrógeno por unidad, 1 es equivalente á hidrógeno; 6 á carbono; 7 ó dos veces 7 á ázoe, y 8 á oxígeno.

Cómo es que este pequeño número de elementos puede producir un número muy crecido de compuestos orgánicos.—Verdaderamente debe uno maravillarse cómo un tan pequeño número de elementos puede producir uno tan considerable como se ha descubierto y se descubre cada dia, tanto en los productos vegetales como en los animales. Todas estas combinaciones se efectuan con la ayuda de instrumentos tan maravillosos, por la sencillez de su construccion, como por la inmensidad de los resultados que producen: estos instrumentos han recibido el nombre de *órganos*, y de ahí se ha tomado el nombre de naturaleza orgánica, que se da á la naturaleza viviente y que nosotros estendemos á los residuos y productos de los cuerpos vivos, hasta que sus elementos se encuentran absolutamente combinados del mismo modo que en la naturaleza inorgánica. Particularmente es en los órganos de los vegetales donde se efectua la maravillosa elaboracion que produce esta inmensidad de materias orgánicas tan distintas. Nosotros no podemos, de ninguna manera, imitar los resultados que allí se producen, porque en ello se encuentra una fuerza que no está á nuestra disposicion, fuerza misteriosa que no conocemos sino por sus efectos y á la que denominamos *fuerza vital* ó asimilativa. Dios es el que ha animado de este modo la naturaleza inorgánica, y esto con una variedad admirable y una sabiduría estrema, con el objeto de producir resultados determinados y una sucesion no interrumpida de individuos perecederos, que nacen los unos de los otros, y entre los cuales la organizacion destruida de los unos sirve al mantenimiento de los otros: todo lo perteneciente á la naturaleza orgánica manifiesta un objeto sabio, y se distingue como produccion de una inteligencia suprema: sin embargo, mas de una vez una filosofía limitada ha pretendido ser profunda, admitiendo que todo era obra del acaso; mas esta filosofía no ha comprendido que lo que designa en la naturaleza muerta con el nombre de *acaso*, es una cosa físicamente imposible. Nuestras investigaciones nos conducen todos los dias á nuevos conocimientos sobre la construccion admirable de los cuerpos orgánicos, y será siempre mas honroso para nosotros admirar la sabiduría que no podemos penetrar, que el querer elevarnos con una arrogancia filosófica y por razonamientos mezquinos á un conocimiento supuesto de cosas que estarán para siempre probablemente fuera de la entrada de nuestro entendimiento (Berzelius).

Composicion de los seres orgánicos.—Se distinguen generalmente en los seres orgánicos dos clases de compuestos inorgánicos que se encuentran igualmente en el reino mineral; ejemplo: ácidos sulfúrico, fosfórico, cal, sosa, etc.; y los orgánicos que no son formados sino en los órganos de los cuerpos vivos; ejemplo: azúcar, quinina, etc.; mas es cierto que esta division no puede ser absoluta, porque no está probado que algunos principios que nosotros consideramos como que no pueden ser formados sino por los seres vivientes, no puedan ser producidos en los laboratorios químicos.

Se ha ampliado la espresion de compuestos orgánicos á todas las sustancias que proviniendo de los orgánicos alterados por el calórico, los ácidos ó álcalis, no tienen analogía alguna en el reino inorgánico.

Análisis orgánica inmediata y elemental.—La análisis química es inmediata cuando tiene por objeto separar los compuestos que constituyen inmediatamente los seres orgánicos: se nombran estos compuestos *principios inmediatos* (se llaman así los compuestos orgánicos de los cuales no se pueden separar muchas clases de materias sin alterar evidentemente su naturaleza). Es elemental cuando tiene por objeto el determinar la naturaleza y proporcion de los elementos que constituyen estos mismos compuestos.

Distincion de los principios inmediatos en especies, géneros y variedades.—Se llama *especie*, en los compuestos orgánicos, una coleccion de seres idénticos por la naturaleza, proporcion y colocacion de sus elementos: se llama *variedad* las muestras de una misma especie orgánica que difieren por las formas cristalinas secundarias, ó por algunas propiedades poco importantes del cuerpo que está considerado como tipo de la especie; y *género* es una reunion de especies que poseen una ó muchas propiedades comunes muy importantes.

Propiedades de las especies orgánicas.—Se dividen en muchos grupos y presentan un grado de importancia variable para la determinacion de las especies y establecimiento de los géneros: vamos á examinar el órden de estos caracteres, que estudiaremos del modo siguiente:

1.º *La composicion.* Es *inmediata* cuando manifiesta en qué proporcion dos ó mas principios inmediatos determinados constituyen una combinacion; es *elemental* cuando manifiesta la naturaleza y proporcion de los elementos que constituyen un principio inmediato. La composicion elemental de un principio inmediato es un carácter de primer valor, siendo esta composicion constante y el principio susceptible de cristalizar en formas determinadas.

2.º *Las propiedades físicas*, que dependen del estado de agregacion de las partículas, de las relaciones de la especie con la electricidad y la luz. El estado de agregacion ha presentado desde todos los tiempos un carácter muy estimado; la densidad en el estado sólido, líquido ó gaseoso, el punto de fusion y el grado de volatilidad ofrecen caracteres del mas grande valor. Los caracteres deducidos de la relacion con la luz, la trasparencia, la refraccion, la opacidad, el color, estado, fosforescencia, son de menos importancia. Biot ha indicado un carácter de este órden que es muy precioso, y consiste en observar la separacion de los planos de polarizacion de los rayos luminosos. Las propiedades que dependen de la electricidad son la conductibilidad ó no conductibilidad, y la de electrizarse positiva ó negativamente.

3.º *Las propiedades químicas*, que presentan en la determinacion de las especies y géneros caracteres los mas importantes; uno

de los mas estimados es la determinacion de la acidez, alcalinidad y neutralidad; se forman de este modo grupos fundamentales que casi todos los químicos han seguido en sus clasificaciones. La acidez y alcalinidad son otro tanto mas importantes de estudiarse, cuanto que ellos dan á los principios inmediatos que las poseen, la facultad de contraer un gran número de combinaciones, ya con las bases, ya con los ácidos, y que entre estas se encuentra quien suministre escelentes caracteres para distinguir los principios inmediatos que las constituyen. La accion de los disolventes, tales como el agua, alcohol y éter hidratado, pertenecen al grupo de las propiedades químicas; se debe estudiar con cuidado cada una de sus disoluciones bajo la relacion de proporcion de los cuerpos disueltos con el disolvente. Las trasformaciones que los principios inmediatos sufren bajo la influencia de los ácidos nítrico y sulfúrico, etc., del calórico, de los álcalis, presentan caracteres de primer órden, principalmente en la determinacion de los géneros, en la gran division de los principios inmediatos neutros; por ejemplo, el leñoso, las gomas, los azúcares, el almidon, presentan composiciones muy semejantes, pero se sabe que se separan del modo mas natural cuando se toma en consideracion la accion bien marcada del ácido sulfúrico diluido.

4.° *Las propiedades orgánicas*, que consisten en la impresion de los cuerpos sobre el tacto, olor, sabor y todas las acciones que la especie puede ejercer sobre los órganos interiores de un ser orgánico vivo, presentan caracteres empíricos escelentes, pero que no pueden servir por sí solos á la determinacion de los géneros.

DE LA ANALISIS INMEDIATA.—Tres de los elementos que entran en la composicion de los principios inmediatos afectan la forma gaseosa, el oxígeno, ázoe é hidrógeno: los dos, ázoe y oxígeno, están colocados entre los cuerpos mas electro-negativos, y los otros dos no son tampoco del todo decididamente electro-positivos: de esto se sigue que las afinidades que tienen unidos estos principios son muy débiles, y que los elementos que los componen cuando son solicitados por una fuerza cualquiera tienden á formar combinaciones mas estables; se ve pues que la análisis inmediata presenta grandes dificultades para llegar á resultados precisos é idénticos.

Influencia del calor en la análisis orgánica inmediata.—Todas las materias orgánicas son descomponibles al calor blanco. Si en lugar de esponer repentinamente las materias orgánicas de una temperatura poco elevada á una roja blanca, se las calienta gradualmente en vasos destilatorios bajo la presion ordinaria de la atmósfera, se observarán tres clases de fenómenos: 1.° la materia sometida al esperimento destilará sin alteracion; tales son el alcohol y el ácido acético diluido en agua: 2.° se dividirá en dos partes, la una se volatilizará sin alteracion, la otra se descompondrá en muchos cuerpos; tales son el ácido oxálico y el añil; y 3.° se alterará en su totalidad; tales son el almidon y el azúcar.

Es necesario tener cuidado de calentar la materia sin el contacto del aire, porque sin esta precaucion los resultados pudieran ser muy diferentes; pocos son los principios inmediatos que se alteran esponiéndolos á una temperatura de 100 á 120° privados del contacto del aire.

Influencia del oxígeno atmosférico en la análisis inmediata.—La accion del oxígeno sobre una especie orgánica es favorecida: 1.° por la elevacion de temperatura: 2.° por el estado en que se encuentra cuando está disuelta en el agua, pues hay sustancias tales queno se alteran por el oxígeno cuando estan secas, y sí muy prontamente cuando estan disueltas en el agua: 3.° por la coexistencia de ciertos principios inmediatos con esta misma especie orgánica disuelta en el agua: ejemplo, una disolucion de azúcar no se altera en contacto con el oxígeno, pero cuando se la mezcla una muy pequeña parte de levadura, cambia en alcohol y ácido carbónico: 4.° por la presencia de un álcali, cuya accion es particularmente muy sensible para un gran número de materias colorantes. No se puede menos de comparar la combustibilidad de las materias orgánicas combinadas con un álcali á la del azufre en los sulfuros líquidos.

Uso de los disolventes en la analisis organica inmediata.—Los disolventes son neutros, ácidos ó alcalinos. Los disolventes neutros son el agua, alcohol y éter hidratado.

Accion del agua.—Cuando se ponen las materias orgánicas en contacto del agua, pueden suceder muchas cosas. 1.° Disuelve ciertos principios sin atacar á los otros. 2.° Por la influencia del calor una sustancia disuelta en agua fria, puede separarse bajo dos estados: se deposita simplemente porque es menos soluble en caliente que en frio. Ejemplo: el butirato de cal se deposita esperimentando un cambio ya en su composicion, ya en la colocacion de sus moléculas. Ejemplo: la clara de huevo. 3.° El agua puede fijarse en una especie orgánica. 4.° Uno de los principios de una especie puede separarse por la simple accion del calor, lo que sucede al butirato de cobre, que se reduce en el agua hirviendo á ácido butírico y óxido cúprico anhidro.

Accion del alcohol.—Disuelve en general las materias que son poco oxigenadas; tales son las grasas, los aceites, los bálsamos, las resinas, sustancias que el agua no disuelve; cuando es concentrado tiene poca accion en los cuerpos solubles en agua; disuelve los azúcares menos bien que el agua; precipita las gomas en la solucion acuosa. El alcohol obrando sobre las materias orgánicas que contienen agua, tales como los tejidos orgánicos, se las quita al menos en la mayor parte, y ejerce sobre algunas la misma accion que el calor, cuando se les ha hecho sentir el cambio que produce la coccion; esto es lo que sucede á la albúmina cuando se precipita de su disolucion acuosa por el alcohol, como Thenard lo ha observado; tambien puede descomponer algunas sales: citaré por ejemplo el cuadrostearato de potasa, que disuelto en alcohol hirviendo, se precipita por enfriamiento en cristales de biestearato, y en ácido esteárico que queda en el líquido.

Accion del éter.—La tiene análoga á la del alcohol; sin embargo, en general disuelve los cuerpos crasos en mayor cantidad que él, y ejerce una accion mucho mas débil, ya para disolver los cuerpos solubles en agua, ya para quitar á las materias orgánicas el agua que pueden contener.

De los disolventes ácidos ó alcalinos.—Se deben emplear con circunspeccion, porque pueden hacer padecer muchas trasformaciones á los principios inmediatos; no obstante, cuando se trata de aislar un principio contrario, su empleo se hace entonces si no indispensable, al menos ventajosisimo.

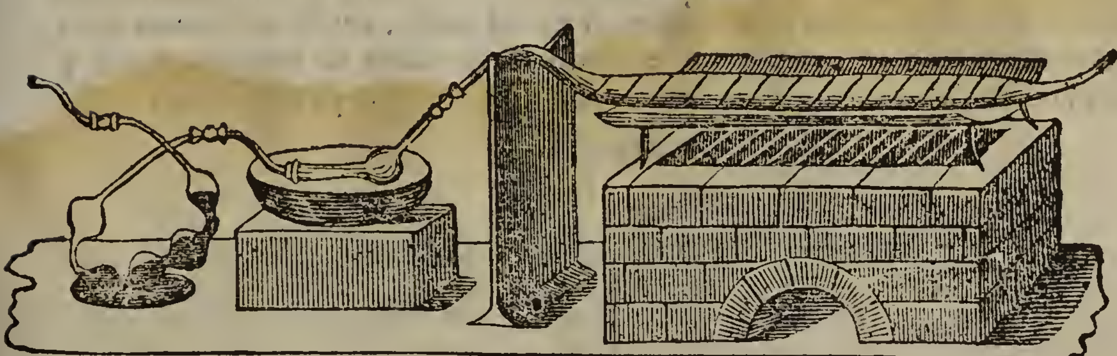
ANALISIS ELEMENTAL.-*Historia.*—Los antiguos químicos no tenian sino ideas erróneas sobre la constitucion química de los seres orgánicos y sus productos, porque empleaban métodos de análisis muy viciosos. Lavoisier fue el que dió los primeros pasos en esta carrera fecunda; sus investigaciones acerca de la combustion del aceite y del espíritu de vino son dignas de admiracion.

Lavoisier quemaba el principio inmediato en una campana llena de gas óxigeno, en la que le inflamaba con la ayuda de un espejo ustorio. Los primeros esperimentos exactos son debidos á Gay-Lussac y Thenard: quemaban la materia mezclada con cantidad suficiente de clorato de potasa. Una perfeccion admirable es debida á Gay-Lussac: sustituyó el óxido cúprico al clorato de potasa; la descomposicion es así mucho mas lenta y completa. Chevreul, Berard y Thomson emplearon con buen resultado este procedimiento. Prout hizo en esto modificaciones importantes: empleó simultáneamente el gas oxígeno y el óxido de cobre, y obtuvo por medio de un aparato bastante complicado resultados exactos. Liebig, en fin, ha hecho conocer un procedimiento de análisis elemental, que es tan ingenioso como sencillo.

Aparato de Liebig.—Para analizar los principios inmediatos orgánicos no azoados se emplea el aparato siguiente, que ha sido imaginado por Liebig y que lleva su nombre: este aparato consiste en un tubo de vidrio verde, de longitud de 50 centímetros y de ancho de 10 á 12. Una de sus estremidades está adelgazada y cerrada á la lámpara, en tanto que la otra, tambien un poco adelgazada y encorvada por abajo, de modo que forme un ángulo de cerca de 45°, se introduce en un tubo que contiene cloruro de calcio seco; estan unidas juntamente por una lámina de goma elástica: el tubo del cloruro de calcio está unido del mismo modo al aparato de bolas de Liebig, el cual está destinado á contener una disolucion concentrada de potasa cáustica: las bolas no deben estar enteramente llenas: el peso de esta disolucion y del aparato de bolas debe estar exactamente determinado, así como el de cloruro de calcio. Se introduce en el tubo de combustion un grano de la sustancia que se quiere analizar, bien desecado, pulverizado é íntimamente mezclado con el bióxido de cobre recientemente calcinado, del cual se emplean 80 partes por una de la sustancia orgánica. Se les pulveriza juntamente en un mortero de ágata, bien desecado, teniendo cuidado de no añadir el bióxido de cobre sino en pequeñas porciones; la mezcla está

cubierta de algunos centímetros de bióxido de cobre en copos, despues de cierta cantidad de cobre metálico. La sustancia no debe estar demasiado amontonada, y aun se darán algunos golpecitos en la parte inferior del tubo colocado sobre la rejilla, para que se forme un poco de vacío á lo largo de la parte posterior; los gases, pudiendo desprenderse fácilmente, no arrojarán delante de ellos la materia, lo que sucederia si se la hubiese amontonado sin tomar esta precaucion : entonces se adelgazará el tubo, se encorva la estremidad, y se le adapta al tubo del cloruro de calcio por medio de un buen tapon de corcho; el tubo de combustion, estando rodeado de una hoja de cobre, á fin de impedir que el aire frio venga á dar á la superficie y la quiebre, se le coloca sobre una rejilla convenientemente dispuesta sobre un hornillo largo : estando todo así dispuesto, se calienta gradualmente el tubo hasta enrojecerlo, poniendo desde el principio algunos carbones en su estremidad, añadiéndoles poco á poco en toda su longitud, y en fin, poniendo bastantes para poder elevar la temperatura á un grado suficiente para que la combustion tenga lugar (fig. 52).

Fig. 52.



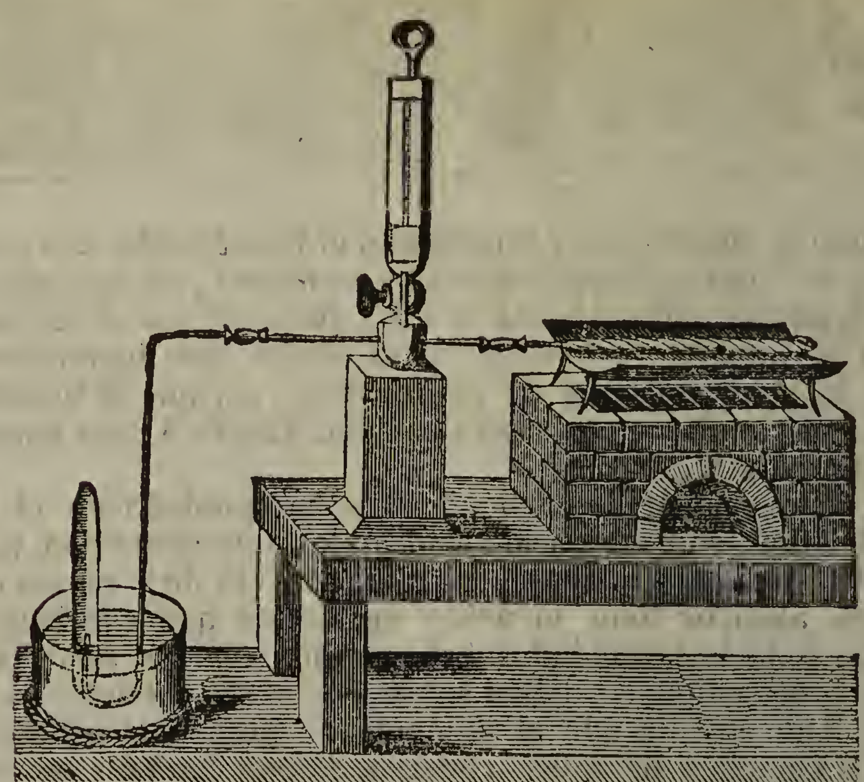
Cuando el ensayo se ha terminado, el líquido sube á la primera bola ; el ácido carbónico que esta contiene, siendo absorbido por la potasa, subirá hasta el tubo que contiene el cloruro de calcio y al tubo de combustion; para obviar este inconveniente se corta la punta del tubo de combustion ; así que el líquido ha llegado á cierta altura en la primer bola, vuelve á caer entonces al tubo horizontal.

Para recoger el ácido carbónico que ha quedado en el tubo de combustion, se hace pasar, aspirando lentamente con la boca, cierta porcion del aire del aparato al través de la potasa cáustica; esta absorbe todo el ácido carbónico que contiene, en tanto que toda la humedad que ha podido quedar adherida al tubo de combustion se dirige sobre el cloruro cálcico. No hay necesidad de añadir que el aumento de peso de los tubos del cloruro de calcio y de potasa cáustica da exactamente las cantidades de ácido carbónico y agua que se han formado durante la combustion. El oxígeno se quita por sustraccion, el hidrógeno

y carbono se añaden, y esta suma se resta del peso total de la materia analizada.

Determinacion del ázoe.—Los aparatos que se emplean para estraer el ázoe tienen por objeto obtener este cuerpo en estado de gas. El aparato (fig. 53) se compone de un tubo de vidrio verde, que comunica por medio de un pequeño tubo con una bomba aspirante, á la que está adaptado al otro lado un tubo propio para recoger los gases, que debe ser por lo menos de 8 centímetros de largo, y que se introduce en una cubeta de mercurio encima de una campana graduada: estando así dispuesto el aparato y todas las junturas exactamente cerradas por pequeños tubos de goma elástica, se hace el vacío por medio de la bomba hasta que el mercurio ascienda en el tubo á la altura de 75 centímetros, y se mantenga en ella; entonces se calienta poco á poco el tubo de vidrio, procediendo como se ha dicho en el esperimento anterior. Se quema además la materia por medio del bióxido de cobre: los gases se dirigen á la campana graduada, desalojando al mercurio. Cuando el esperimento se ha terminado, lo que se conoce fácilmente porque no se desprende ya mas gas, se nota exactamente el volúmen de la mezcla gaseosa, así como la presion atmosférica: se introduce una disolucion de potasa en la campana é inmediatamente hay absorcion; el ácido carbónico que allí se encuentra se combina inmediatamente con la potasa; el residuo gaseoso es el ázoe, cuyo volúmen está determinado con exactitud. Siendo conocidas la temperatura y la presion, se deducirá el peso por una simple proporcion.

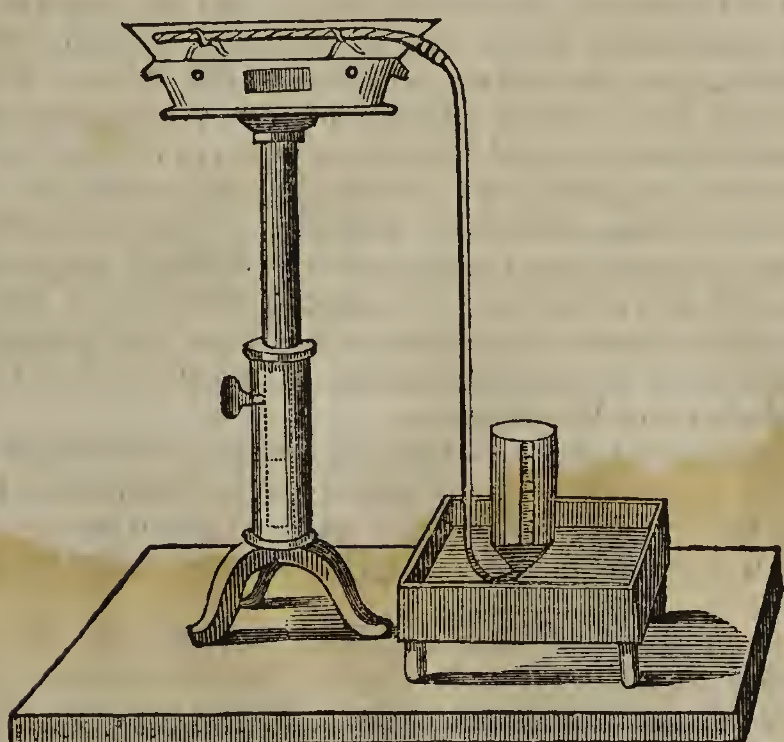
Fig. 53.



Se puede tambien determinar la proporcion del ázoe con-

tenido en una materia orgánica, valiéndose del mismo aparato, pero del cual se separa la bomba aspirante. Antes de poner la mezcla de la materia que se quiere analizar y del óxido de cobre en el tubo de análisis, se colocan en el fondo pedazos pequeños de carbonato de plomo, despues encima vidrio machacado, luego una nueva cantidad de carbonato de plomo, sobre la cual se pone el óxido de cobre (fig. 54), últimamente la mez-

Fig. 54.



cla íntima de la materia orgánica y del óxido de cobre, y se concluye, añadiendo cerca de tres centímetros de torneaduras de cobre metálico. Se calienta poco á poco la primer porcion de carbonato de plomo, que descomponiéndose suministra ácido carbónico, el cual arroja todo el aire que contenia el aparato y lo reemplaza: se suspende la descomposicion cuando el gas que se desprende es enteramente absorbible por la potasa; entonces se empieza á calentar la parte del tubo donde se encuentra el cobre, á fin de que si se formasen compuestos oxigenados de ázoe, este cuerpo se encontrase en circunstancias favorables para descomponerlos: despues se calienta poco á poco la parte del tubo donde se encuentra la sustancia que se ha de analizar, y se eleva la temperatura hasta el rojo; entonces se desprende una mezcla de ázoe y ácido carbónico que se recoge en la campana graduada, en la que se debe haber puesto anteriormente una disolucion bastante concentrada de potasa cáustica, para que absorba todo el ácido carbónico. Se determina entonces el volúmen del ázoe obtenido, y despues de haber efectuado las correcciones de presion y de temperatura, se llega por una proporcion á la evaluacion ponderable. En estos últimos tiempos se

ha ensayado determinar la proporcion de ázoe contenido en una materia orgánica, trasformando con ayuda de los álcalis este ázoe en amoníaco, que se aprecia por su peso.

Precauciones preliminares de la análisis elemental.—Voy á indicar brevemente las precauciones que es necesario tomar para llegar á hacer una análisis elemental. La primer condicion, y es la mas difícil de lograr, es obtener el principio inmediato que se quiere analizar en estado de pureza perfecta: no se pueden indicar reglas generales en este punto; sin embargo, he aquí, siguiendo á Chevreul, un esperimento que da buenas indicaciones. Es necesario tratar cierto peso del cuerpo varias veces seguidas, por pequeñas cantidades del mismo disolvente, conservar las disoluciones separadamente, y continuar así hasta que todo esté disuelto. Si el cuerpo es puro, la misma cantidad de disolvente contiene siempre la misma de cuerpo disuelto: si al contrario el cuerpo está mezclado con otro, Chevreul asegura que sucede casi siempre que las primeras y últimas porciones contienen cantidades desiguales del cuerpo disuelto, y que evaporando las disoluciones, se obtienen residuos que poseen caracteres diferentes, y hacen así conocer la naturaleza de las materias mezcladas con la sustancia.

Determinacion del agua.—Algunos cuerpos retienen el agua higrométrica, y antes de analizarlos es indispensable privarlos de ella; el mejor medio es desecarlos en el vacío seco, cuyo medio es aun mucho mas perfecto uniéndole una temperatura de 100°.

Muchos cuerpos retienen cantidad determinada de agua de combinacion: pudiendo fijar la proporcion deduciéndola, se puede obtener con precision la composicion del principio inmediato: algunas veces se calienta á un calor inferior al término de su composicion, pero sin embargo, bastante para desalojar el agua combinada.

Determinacion de la capacidad de saturacion.—Este dato es de la mas alta importancia obtenerle con exactitud, porque se tiene así un medio de verificar los resultados de un análisis elemental. Para determinar la capacidad de saturacion, se elige la combinacion con un óxido binario, que es la mas fácil de analizar y que puede producir muchas combinaciones de diferentes grados de saturacion, tanto mas posibles por tener muchos medios de comprobacion: el protóxido de plomo presenta estas dos ventajas reunidas; pero haciendo uso de este óxido, es necesario no perder de vista que las combinaciones se encuentren á un grado de saturacion determinado, y que no contengan mezclados otros grados de combinacion, ó del óxido de plomo no combinado. Se quema una proporcion determinada del compuesto plúmbico: se obtiene exactamente la cantidad de óxido de plomo combinado con el cuerpo estudiado, y se deduce fácilmente su capacidad de saturacion.

§ II. Acidos orgánicos.

Historia.—De todos los principios que entran en la composicion de las materias orgánicas, los ácidos tienen las propiedades mas decisivas: así son ellos los que se han estudiado mejor. Se conoce hoy dia un número considerable, pues pasan de ciento, y sin embargo, á mediados del siglo pasado apenas se conocian dos ó tres. Scheele es quien ha abierto este camino fecundo: apenas se hacen análisis detenidos de partes vegetales sin distinguir un ácido nuevo, por lo que debemos nosotros solamente esforzarnos á dar á conocer los mas admitidos y los que tienen uso en las artes.

Composicion.—Los ácidos de que vamos á tratar en este párrafo, no pueden de ningun modo ser formados directamente por la combinacion de los cuerpos ó elementos que los componen; no son todos sino producidos en los órganos de los seres vivientes y por la trasformacion de las sustancias orgánicas.

El oxígeno, hidrógeno y carbono en proporciones distintas son los principios constantes de estos cuerpos: se pueden considerar como óxidos radicales compuestos de hidrógeno y carbono, ó bien, como parece demostrado en uno de ellos, el ácido benzóico, como óxidos de radicales formados de tres elementos, oxígeno, hidrógeno y carbono; ejemplo, la benzoina: se puede tambien dar cuenta de muchos fenómenos, considerándolos como hidrácidos de radicales compuestos.

Estas tres suposiciones pueden ser verdaderas en casos distintos: la última parece estar mas generalmente adoptada, segun los trabajos de Liebig sobre los ácidos orgánicos. He aquí cómo se esplica sobre este asunto: 1.° los ácidos hidratados son combinaciones de uno ó muchos elementos con el hidrógeno, en las cuales puede ser reemplazado por equivalentes de metales totalmente ó en parte: la capacidad de saturacion de estos ácidos depende, por consiguiente, de la cantidad de hidrógeno que puede ser reemplazado; mirando como *radical* la reunion de otros elementos, es evidente que la composicion de este radical no ejerce influencia alguna sobre la capacidad de saturacion. 2.° La capacidad de saturacion de estos ácidos se aumenta ó disminuye en la misma relacion que lo hace la cantidad de hidrógeno fuera del radical. 3.° Si en la composicion del radical entra una cantidad indeterminada de algunos elementos, sin que la cantidad de hidrógeno varíe fuera del radical, el peso atómico se aumentará, mas su capacidad de saturacion quedará la misma: en el sentido de esta teoría, las sales son ó bien combinaciones de metales con los cuerpos simples, como las sales aloideas, ó bien de metales con cuerpos compuestos haciendo el papel de simples.

Liebig divide los ácidos orgánicos en tres series: *unibásicos*, *bibásicos* y *tribásicos*.

Los *unibásicos* forman sales neutras combinándose con un

equivalente de base, que entrando en la combinacion, desaloja un equivalente de agua del ácido hidratado.

Las sales ácidas unibásicas se combinan con otras de la misma especie para formar *sales dobles;* tambien se unen con el hidrato del ácido dando lugar á la formacion de *sales ácidas*: estas últimas se descomponen, neutralizándolas por otras bases solubles en dos ó muchas sales neutras, que pueden separarse las unas de las otras por la cristalizacion si poseen una solubilidad diferente, ó si no son isomorfas.

Las *sales básicas* de los mismos ácidos contienen dos ó mas equivalentes de base, que desalojan combinándose con un átomo de ácido hidratado la misma cantidad de agua que desalojaria un solo equivalente de base.

En las sales neutras de los *ácidos bibásicos*, cada átomo de ácido está siempre combinado con dos equivalentes de base que se sustituyen á dos equivalentes de agua del ácido hidratado: estos dos equivalentes de base pueden ser dos equivalentes del mismo óxido metálico, ó dos óxidos diferentes; ó tambien un óxido metálico y una base volátil (agua ú óxido de amonio). Las sales ácidas de esta clase no contienen mas que un átomo de ácido, de suerte que no dejan de ser dobles aunque se las neutralice por otras bases solubles.

Los *ácidos tribásicos* neutralizan tres equivalentes de base, y cada equivalente de base que se combina con el ácido desaloja un equivalente de agua.

Propiedades.—Los ácidos orgánicos son generalmente sólidos y cristalizados; hay alguno líquido, como el fórmico. La accion del calor es muy diversa sobre estos cuerpos, pues unos se funden sin padecer ninguna alteracion, como los ácidos grasos; ejemplo, el margárico y esteárico: otros se volatilizan y condensan sin descomponerse; tales son el fórmico y acético: otros son en parte descompuestos y en parte volatilizados sin descomposicion; tal es el oxálico: otros, por último, y es el caso mas digno de atencion, se trasforman por la influencia del calor en nuevos ácidos pirogenados; así se obtienen los pirotártrico, piromúcico, etc. Pelouze ha anunciado que un ácido pirogenado cualquiera, mas una cierta cantidad de agua y ácido carbónico, ó solamente uno de estos cuerpos, presenta siempre la constitucion del ácido que les ha dado el ser.

Los ácidos orgánicos son generalmente inalterables al aire, á la temperatura ordinaria.—Son todos mas ó menos solubles en agua, si se esceptuan los ácidos crasos, que forman por sí solos un grupo bastante caracterizado. Los de orígen orgánico, bajo la relacion de sus propiedades ácidas, se dividen en dos clases, fuertes y débiles; los fuertes tienen generalmente una composicion atómica mas sencilla, y algunos de entre ellos rivalizan con los ácidos inorgánicos mas poderosos.—Todos tienen un sabor mas ó menos ácido, enrojecen el papel de tornasol, y combinándose con las bases forman sales en proporciones definidas.

La accion de los álcalis poderosos trasforma, bajo la influencia del calor, en ácido oxálico todos aquellos cuyas sales no son fácilmente descompuestas por el calor; el oxálico es el ácido orgánico cuya composicion es la mas sencilla, siendo él del todo el límite de la naturaleza orgánica é inorgánica. El nítrico trasforma tambien los ácidos orgánicos en oxálico; el sulfúrico concentrado destruye muchos, produciendo ácido carbónico, óxido de carbono, agua y algunas veces un producto carbonoso.

Estado.—Los ácidos orgánicos que existen formados del todo en los vegetales estan libres ó combinados: existen ordinariamente en estado de libertad en la carne de los frutos, en las hojas que caen todos los años: no se encuentran comunmente en las semillas ni raices, ni tampoco en las plantas acotiledones.

Preparacion.—1.º Cuando el ácido forma con el óxido plúmbico un compuesto insoluble, que es fijo y susceptible de cristalizar, se forma una sal á base de óxido plúmbico que se diluye en el agua; si se la hace pasar una corriente de gas súlfido-hídrico, se precipita sulfuro de plomo: el líquido evaporado da cristales de ácido.

2.º Cuando el ácido forma con la cal una sal insoluble, se obtiene esta sal fácilmente en estado de pureza: se la descompone por el ácido sulfúrico y se forma sulfato de cal; el ácido se desprende y se le obtiene cristalizado por la evaporacion. Por este procedimiento retiene ordinariamente ácido sulfúrico, del cual es difícil librarla enteramente.

ÁCIDO OXALICO. (*Acido de azúcar.*)—*Historia.*—El ácido oxálico ha sido descubierto por Bergman.

Estado, preparacion.—Este ácido existe en la naturaleza en estado libre en la vellosidad de los garbanzos (*cicer arietinum*) y combinado con la potasa en el de sobresal en la romaza y acedera (*oxalis acetosella.*) Esta sobresal cristaliza por la evaporacion bien dirigida del zumo de esta planta; se la purifica por muchas cristalizaciones. Para estraer el ácido se disuelve la sal en agua caliente y se añade en el líquido acetato de plomo: se forma oxalato de plomo y acetato de potasa. El oxalato de plomo es insoluble; se toman 100 partes, se le mezcla con 33 de ácido sulfúrico á 1,85; se forma sulfato de plomo insoluble; el ácido oxálico es disuelto por el agua y obtenido por evaporacion y cristalizacion.

Ordinariamente se prepara el ácido oxálico haciendo calentar en una retorta, en tanto que se desprenda gas, una parte de azúcar y seis de ácido nítrico, que pese 1,220; el ácido oxálico cristaliza por enfriamiento. En lugar de azúcar se puede emplear almidon.

Propiedades.—Cuando se calienta el ácido oxálico, parte se sublima y parte se descompone: el fórmico es uno de los principales productos de esta descomposicion. Los cristales del ácido oxálico son prismas de cuatro lados: 12 ½ de ácido oxálico exigen 100 de agua á + 15 para disolverse; la solucion goza de

todas las propiedades de los ácidos enérgicos y tiene la misma accion sobre el tornasol. Si se echa sobre ácido oxálico el sulfúrico anhidro, se desprende óxido de carbono y ácido carbónico: en efecto este ácido está representado por estas dos combinaciones del carbono y del oxígeno, mas agua; el ácido sulfúrico retiene el agua, y los gases óxido y ácido carbónicos se desprenden. Combinándose el ácido oxálico con el óxido de plomo, toda el agua entrante en la combinacion del ácido desaparece: queda una combinacion, de la cual he aquí la fórmula: $C^2\ O^3$; se puede entonces considerar el ácido oxálico como un óxido intermedio entre el óxido y ácido carbónico.

Caracteres, usos.—Se emplea como reactivo de la cal; forma con ella una sal insoluble; sirve tambien para quitar las manchas de la tinta y del orin. Se usa frecuentemente para limpiar los utensilios de cobre. Se consume en gran cantidad en las fábricas de indianas, donde es empleado como mordiente; forma la base de las pastillas contra la sed: es un veneno muy enérgico, pues ha ocasionado muchas veces funestos accidentes seguidos de su sustitucion accidental por el sulfato de magnesia.

Bioxalato de potasa, *sal de acederas.*—Esta sal existe en muchas oxalideas y romazas: se le estrae ordinariamente de la acederilla: se clarifica el zumo de esta planta con claras de huevo, se filtra y hace evaporar á consistencia de jarabe por enfriamiento; se forman cristales oscuros que se purifican por una nueva cristalizacion. Sirve esta sal para quitar las manchas de tinta. Si se la disuelve en el ácido nítrico diluido y se evapora el líquido, se forma un *cuadrioxalato* de potasa, es decir, una sal que contiene cuatro veces mas ácido que la neutra: si se la satura con carbonato de potasa, se obtiene el *oxalato neutro.*

Oxalato de amoníaco.—Es un reactivo muchas veces empleado para reconocer las sales de cal: se prepara saturando el amoníaco por el ácido oxálico; dejando cristalizar el producto se presenta bajo la forma de prismas diedros: esta sal está compuesta de un átomo de ácido, uno de amoníaco y dos de agua.

OXAMIDA.—Destilando lentamente el oxalato de amoníaco, Dumas ha descubierto un compuesto muy notable, la oxamida, que es una sustancia blanca, granujienta, poco soluble en agua fria; difiere del oxalato de amoníaco en dos átomos de agua que tiene de menos, de suerte que es fácil comprender su formacion, convirtiéndose el oxalato de amoníaco por la destilacion en agua y oxamida: bajo influencias muy diversas, la oxamida puede volver á tomar el agua que la falta para constituir de nuevo el oxalato de amoníaco.

ACIDO ACETICO.—*Acido piroleñoso, vinagre radical.*—Este ácido se halla contenido en el vinagre. Se prepara: 1.º descomponiendo un acetato por el ácido sulfúrico: 2.º descomponiendo un acetato por el fuego, y es particularmente el acetato de cobre el que se emplea para este uso: se le calienta en grandes retortas de asperon enlodadas; además del ácido se forma gas hidrógeno carbona-

do, óxido de carbono y espíritu piroacético ó *acetona*. Es necesario rectificarle para privarle del acetato de cobre que ordinariamente lleva consigo, el cual le da el color azul. El ácido acético es líquido á+10; á una temperatura inferior ó á un gran estado de concentracion se puede obtener cristalizado: su densidad en su mayor estado de concentracion es de 1,06. Es volátil por el calor, el cual difícilmente le altera siendo puro; pero en la destilacion de un acetato se altera completamente, y se produce un líquido particular llamado piroacético. En los acetatos el oxígeno del ácido es al de la base como 1 á 3. He aquí la fórmula del ácido acético cristalizado: $C^4 H^6 O^3 + aq$.

Caracteres distintivos.—Su olor particular y su volatilidad no permiten confundirle con el ácido fórmico, pues los caracteres de muchas sales son muy diferentes.

Usos.—Ofrece importantes y numerosos en la economía doméstica y en las artes. En estado de concentracion se emplea para combatir el síncope, y diluido sirve para preparar bebidas refrigerantes.

Acetato de potasa.—Esta sal, que se emplea en medicina, es conocida con el nombre de *tierra foliada vegetal*, y se obtiene saturando el vinagre de madera por el carbonato potásico. Se evapora el líquido, que se hace alcalino por la evaporacion, y al cual entonces es preciso añadir vinagre para saturar el esceso de álcali: se evapora á sequedad en una cápsula de plata, separando hácia los bordes la película que se forma: si esta sal resulta coloreada, se decolora la solucion por el carbon animal puro.

Acetato de cobre.—Existen muchos en diferentes grados de saturacion: hay dos que se emplean como colores verdes, en la pintura al óleo y en la tintorería en el negro sobre lana, para componer algunos mordientes y formar líquidos llamados *verde mar*, *verde preparado*, que sirven al aguada en los planos. Uno, que se presenta en cristales gruesos de un verde subido, muy soluble en agua y lijeramente eflorescente, es un acetato neutro llamado vulgarmente *verde destilado*, *cristalizado*, *cristales de Venus*; otro, que se presenta en polvo granujiento de un azul verdoso, casi insoluble en agua, pero muy soluble en vinagre y otros ácidos, es un subacetato, mas conocido con los nombres de *cardenillo* y *verde gris*, pero que es menester no confundir con el verde gris que se forma en la superficie de los utensilios de cobre por la sola accion del aire húmedo, y que consiste en carbonato de cobre. Los dos acetatos de cobre se preparan en Mompeller metiendo las láminas de cobre en el orujo. Sabemos que se emplea el acetato de cobre para preparar el ácido acético concentrado ó vinagre radical.

Acetato de plomo.—Este producto es conocido bajo el nombre de sal de saturno. Se obtiene disolviendo el litargirio en el vinagre de madera. Se prepara un *acetato triplúmbico* que no puede cristalizar y que es conocido con el nombre de *estracto de saturno*, haciendo hervir una disolucion de acetato de plomo en el litar-

girio. Una débil disolucion de esta sal en el agua constituye el *agua vegeto-mineral* ó *agua de Goulard.*

Se puede obtener aun el acetato neutro mezclando la subsal con bastante vinagre destilado para dar al líquido la propiedad de enrojecer el tornasol: se evapora hasta que casi va á cristalizar.

Precipitando por el amoníaco el acetato triplúmbico, se obtiene un polvo blanco voluminoso, que es el *acetato seplúmblico.*

Acido tartrico.—Fue descubierto por Scheele en 1770: existe en estado de tartrato ácido de potasa en el tártaro, depósito que se forma en los toneles que contienen vino. Se prepara formando un tartrato de cal que se descompone por el ácido sulfúrico. Es sólido; su forma cristalina, segun Provostaye, es un prisma vertical de cuatro lados, terminado por dos caras básicas inclinadas y por puntas diedras truncadas; es muy soluble en agua; esta disolucion se altera con bastante rapidez: tambien es soluble en alcohol.

El *ácido paratártrico* ó *racémico* se ha encontrado mezclado con el ácido tártrico en algunos tartratos del departamento de Vosges; tiene la misma capacidad de saturacion que el tártrico y propiedades muy distintas; es sólido, cristaliza en prismas oblicuos con base de paralelógramo oblicuángulo, perfectamente diáfanos; es inodoro, incoloro; contiene un átomo de agua de constitucion y 10 por 100 de cristalizacion, que pierde por un lijero calor convirtiéndose en polvo; á temperatura mas elevada le descompone, produciendo un ácido líquido de naturaleza particular. Se distingue del ácido tártrico por los caracteres siguientes:

El paratartrato neutro de potasa se deseca sin cristalizar; la bisal potásica es aun menos soluble que el crémor de tártaro, y cristaliza en prismas aciculares: el ácido paratártrico no ejerce accion alguna sobre la luz polarizada, en tanto que el ácido tártrico libre ó combinado obra sobre ella.

El ácido tártrico sufre por la fusion una descomposicion parcial, y produce así una serie de compuestos nuevos por la pérdida de su agua de cristalizacion. Estos ácidos, modificados cuando se les hace hervir con el agua, se vuelven á convertir prontamente en ácido tártrico. Por la destilacion de los ácidos tártrico y paratártrico se obtienen dos nuevos ácidos: 1.º el ácido pirotártrico líquido ó piroracémico, y 2.º el pirotártrico sólido.

Usos.—El ácido tártrico se emplea mucho para preparar bebidas refrigerantes: 2 gramos de ácido tártrico, 1 litro de agua, algunas gotas de alcoholato de limon y 100 gramos de azúcar forman una escelente limonada.

Fórmula del ácido tártrico cristalizado segun Liebig: $C^8\ H^8\ C^{10}+2\,aq.$

Tartratos.—El ácido tártrico forma con las bases dos series de sales, de las cuales una encierra un equivalente de óxido metálico y otro de agua, y la otra dos equivalentes de óxido metá-

licó: las sales de esta segunda serie son neutras, y las otras presentan una reaccion ácida; calentados en el estado seco, los tartratos se descomponen esparciendo un olor particular semejante á caramelo.

Bitartrato potasico. (*Crémor de tártaro*).—Se deposita en el fondo de los toneles que contienen vino una costra cristalina rojiza ó gris, de la misma naturaleza del vino, que se llama *tártaro*. Contiene tartrato de cal y materia colorante del vino. Se la purifica haciéndola disolver en agua hirviendo; por enfriamiento se obtienen cristales blancos que retienen, segun Vauquelin, de 5 á 7 de tartrato de cal. Se obtiene el tartrato potásico neutralizando el bitartrato por la potasa.

Tartrato antimonico-potasico (*Tártaro estibiado, emético*).—Pocas preparaciones farmacéuticas hay tan importantes y sobre las que se haya escrito mas.

Preparacion.—Se obtiene en estado de pureza haciendo hervir partes iguales de bitartrato de potasa con el óxido antimónico, hasta que el esceso de ácido se sature filtrando la disolucion y evaporando. Cristaliza en cristales gruesos, trasparentes, eflorescentes al aire, solubles en 14 de agua fria y 1,88 hirviendo. Las proporciones de ácido y de potasa son las mismas en la sal soluble que en el tártaro, y este se combina para dar orígen al emético con una cantidad de óxido de antimonio, conteniendo tres veces mas óxigeno que la potasa.

Fórmula$=C^8, H^8, O^{10}, Sb^2, O^3, KO, H^2O$.

A 200° el emético seco pierde, sin variar de color, dos átomos de agua que estan formados á espensas del oxígeno, del óxido y del hidrógeno del ácido: en este estado enteramente difiere de los otros tartratos por su composicion: en contacto con el agua vuelve á tomar los dos átomos que se habian separado, presentando del todo las mismas propiedades que antes de la desecacion. A 300° el emético sufre la misma descomposicion que los otros tartratos. Mitscherlich ha demostrado que se puede reemplazar en el emético el óxido de antimonio por el ácido arsenioso, y que la forma cristalina del nuevo emético no varía. Pelouze tambien ha conseguido el emético sustituyendo el ácido arsénico al óxido de antimonio.

Acido citrico.—Ha sido descubierto por Scheele: se encuentra en los limones, tamarindos y grosellas. Tilloy ha probado que se podia estraer con ventaja de este último fruto, pero se emplea ordinariamente el zumo de limon. Despues de haberle clarificado con clara de huevo se le añade creta; se forma citrato de cal, que se descompone por el ácido sulfúrico; se observa tambien que un esceso de citrato de cal daña á la cristalizacion, mas se evitará el añadir demasiado ácido sulfúrico.

El ácido cítrico cristaliza en prismas oblicuos de cuatro lados terminados por puntas diedras: su densidad es 1,61; muy soluble en agua y alcohol.

Cuando se mezcla una parte de ácido cítrico cristalizado con cuatro de ácido sulfúrico y se calientan suavemente, se

desprende gran cantidad de óxido de carbono y ácido carbónico. Si se le añade agua y se destila, se obtiene ácido acético.

Cuando se calienta ácido cítrico, se funde y entra en ebullicion; pierde el agua y despues se forma óxido de carbono, ácido carbónico, acetona y un ácido nuevo, fijo, *aconítico*, que se puede descomponer en dos ácidos nuevos, volátiles, el itacónico y citracónico.

Liebig considera el ácido cítrico como tribásico. He aquí la fórmula del ácido contenido en el citrato de plata: $C^{12}H^{10}O^{11}$. El cristalizado contiene mas de 5 átomos de agua. Se reconoce en que forma sales insolubles con la cal, la barita, estronciana y óxido de plomo. El citrato de plomo es soluble en el amoníaco.

Usos.—Se emplea el ácido cítrico para preparar escelentes limonadas. Las fábricas de estampar sobre algodon consumen grandes cantidades. Con el ácido cítrico puede prepararse un buen jarabe de naranja: basta para esto disolver 10 gramos en otros 10 de agua, mezclar esta solucion con un litro de jarabe simple, y añadir en ella igualmente 10 gramos de una tintura de naranja preparada, derramando el espíritu de vino sobre la corteza de naranja.

ACIDO MALICO.—Scheele descubrió el ácido málico al mismo tiempo que el cítrico: existe en el zumo de la manzana, agracejo, uvas, guindas, frambuesas, fresas, y sobre todo en los frutos congelados del serval, de donde se estrae con mas facilidad. Método dado por Liebig: se recoge el fruto congelado del serval, se esprime el zumo, se hace hervir y se filtra; se añade carbonato de cal en cantidad suficiente para obtener una neutralidad perfecta; se echa en el líquido nitrato de plomo cuando ya está casi neutro hasta que forme precipitado, y se le deja reposar en la estufa. El precipitado pierde su estado en copos y se reune en agujas que se lavan con agua fresca; se le trata con ácido sulfúrico diluido hirviendo; se obtiene una masa á la que se añade sulfuro de bario, y se forma sulfuro de plomo y sulfato de barita: el líquido claro contiene ácido málico, que se satura con el amoniaco para formar bimalato de amoniaco que cristaliza fácilmente; se precipita esta sal por el acetato de plomo y se descompone por el ácido súlfido-hídrico el malato obtenido: se evapora á un calor suave y resulta un jarabe amarillento que por último cristaliza.

Propiedades.—El ácido málico no es volátil; por la accion del calor se forman dos ácidos nuevos, el maléico y fumárico.

El agua de cal neutralizada por el ácido málico queda clara en caliente y en frio; por la evaporacion de la solucion concentrada se separa el malato de cal en estado cristalino, que se redisuelve en el agua hirviendo. Este modo de existir basta para distinguir el ácido málico de los oxálico, tartárico, racémico y cítrico. Otro carácter es la forma cristalina que adqüiere el malato de plomo recientemente precipitado, cuando se reposa por algun tiempo en el líquido; el precipitado es blanco, al principio

en cuajos, pero poco á poco se ve allí formarse agujas nacaradas que parten del centro de un grande resplandor y que llenan por fin toda la masa.

Liebig considera el ácido málico como bibásico: su fórmula es $C^8 H^8 O^8$. El cristalizado contiene cuatro átomos de agua.

Usos.—Este ácido debe en parte su acidez al vino; si se le pudiese obtener fácilmente serviria para preparar escelentes limonadas: los frutos que le contienen estan muy en uso.

Acido benzoico.—Debe su nombre al benjuí, del cual se le estrae ordinariamente; se le encuentra tambien en muchos bálsamos y en la vainilla, etc. Se obtiene poniendo el benjuí en un crisol profundo, encima del cual se pone un carton en forma de cono; se calienta lijeramente el crisol, y el ácido se sublima en agujas brillantes en el cono; se le purifica tratando el ácido benzóico saturado de la sosa por el carbon animal, y precipitándole por el ácido sulfúrico.

Propiedades.—Cristaliza en agujas ó escamas cristalinas de un blanco brillante; es inodoro cuando puro, pero retiene con fuerza un aceite odorífico particular y se funde fácilmente por el calor; se sublima á una temperatura poco elevada, es poco soluble en agua fria, pero mucho mas hirviendo. Se le reconoce así como los benzoatos solubles por los caracteres siguientes:

1.° Forma un precipitado de color de ladrillo con las sales férricas. 2.° El benzoato de cal se disuelve fácilmente en el agua. 3.° Se diferencia del ácido succínico, porque él no da sino poco ó nada de ácido oxálico como este último, siendo calentado con la potasa.

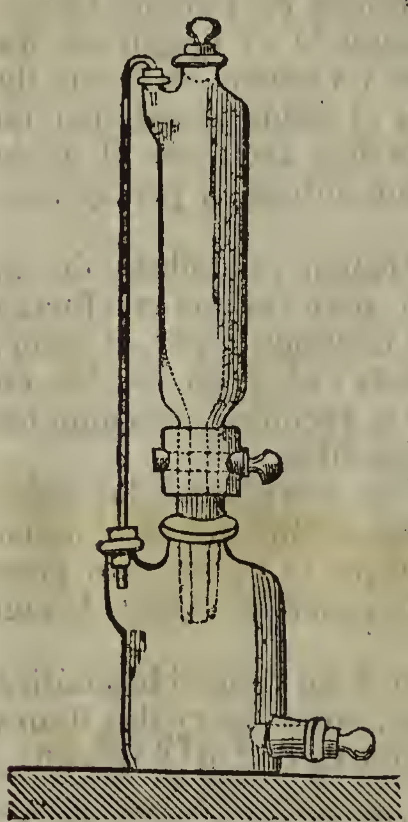
Benzoina.—Liebig ha dado este nombre á un radical hipotético de una clase numerosa de combinaciones, entre las cuales figura el ácido benzóico. La fórmula de la benzoina es $C^{14} H^{10} O^2$=Bz., y la del ácido benzóico es Bz.O.

Hidruro de benzoina.—Fórmula Bz.+H^2. Veamos cómo se obtiene este producto digno de atencion. Se destilan las hojas del laurel real ó las almendras amargas con agua; resulta un aceite volátil que es una mezcla de hidruro de benzoina, ácido benzóico, benzoina y ácido cianhídrico. Para tenerla pura se la somete á una nueva destilacion, añadiendo agua, cloruro de hierro é hidrato de cal, de modo que resulte muy líquida; la esencia que destila entonces está aun mezclada con agua, la que se separa por una pipeta. Se le obtiene anhidro dejándole en digestion con el cloruro de calcio. El hidruro de benzoina es un líquido perfectamente incoloro y trasparente, refractando fuertemente la luz; posee un olor particular muy fuerte parecido al del ácido cianhídrico y un sabor cáustico. Su peso específico es 1,043, hierve á 180°, soluble en 30 partes de agua, se mezcla en todas proporciones con el alcohol y éter: su vapor inflamable. El hidruro de benzoina se trasforma al aire en ácido benzóico, absorbiendo dos átomos de oxígeno. Sometido á una temperatura elevada y privado del contacto del aire con el hidrato de potasa, se forma por la descomposicion del agua benzoato de potasa

y el hidrógeno puro se desprende El cloro y bromo le convierten en cloruro y bromuro de benzoina, y ácido clorhídrico y bromhídrico. A la presencia del agua se forma al misme tiempo benzoato de hidruro de benzoina y ácido benzóico. Mezclado con el amoniaco líquido á un calor suave se trasforma en hidrobenzamida.

TANINO.-*Acido tánico*.--Fue descubierto por Proust en 1798, existe en proporcion considerable en todos los productos vegetales astringentes.— *Preparacion*.—Se toma una alargadera larga y estrecha que descanse sobre un frasco tubulado (fig. 55), y terminada su parte superior con un tapon de cristal, se introduce desde luego una capa de algodon, y encima de la agalla pulverizada; se la comprime lijeramente: se llena de este modo la mitad de la alargadera y la otra mitad con éter sulfúrico. Al dia siguiente se encuentran en el frasco dos capas, la una muy lijera y fluida que se separa para recoger el éter por destilacion, y la otra mucho mas densa y de color lijeramente ambarino y aspecto de jarabe; se la lava con éter puro; se la lleva á la estufa y se desprenden abundantes vapores de éter: la materia aumenta de volúmen dejando un residuo esponjoso lijeramente amarillo: es el tanino puro. De 100 partes de agallas se estraen 40 de tanino (Pelouze).

Fig. 55.



Siendo puro es incoloro, su sabor el tipo de la astringencia, muy soluble en agua, su disolucion enrojece el tornasol, descompone los carbonatos alcalinos, precipita la mayor parte de las disoluciones metálicas; una solucion de tanino acuosa abandonada al aire absorbe con bastante rapidez el oxigeno, y deja precipitar una materia cristalina, lijeramente gris, que es el ácido agállico. Las sales de hierro al mínimo no la enturbian, pero con las férricas produce un precipitado abundante de azul subido.

El tanino echado en una disolucion de gelatina en esceso, produce un precipitado blanco, opaco, soluble en el líquido, que sobrenada especialmente en caliente; pero cuando está en esceso, el compuesto es insoluble; la piel preparada por la cal se apodera de él completamente y le separa enteramente del ácido agállico.

El ácido tánico está compuesto de 18 átomos de carbono, 15 de hidrógeno y 9 de oxígeno, mas 3 de agua. Difiere notablemente por su composicion del ácido siguiente, pero se parece á él por el modo de comportarse por la influencia del fuego y por la accion colorante con las sales de hierro.

ACIDO AGALLICO.—Es el último que descubrió el inmortal químico sueco Scheele; se obtiene por una infusion de agallas en un vaso que no esté del todo cubierto; despues de algunos meses se deposita en el moho una gran cantidad de cristales que se purifica por muchas cristalizaciones.

El ácido agállico privado de tanino cristaliza en largas agujas sedosas, de sabor lijeramente acídulo y estíptico; que requieren 100 partes de agua fria para disolverse, en el alcohol es mas soluble, en éter tambien, pero en menor proporcion.

Se diferencia del tanino en que no enturbia la disolucion de gelatina, precipita en azul las disoluciones de las sales férricas. El ácido agállico disuelto en agua y abandonado á sí mismo se descompone; sus sales solubles espuestas al aire con un esceso de base toman los mas variados colores.

Muy de notar es la accion del calor sobre el ácido agállico, no solamente por la naturaleza de los productos que emanan de ella, sino tambien por los resultados distintos que suceden á diferencia de temperatura poco notable: de 21° á 215 se desprende un gas abundante, que es el ácido carbónico, y él se sublima en láminas cristalinas de ácido piroagállico: si se eleva la temperatura á 250° se produce ácido carbónico, y en lugar de los cristales sublimados se forma agua, y queda en el fondo del vaso una masa negra brillante, que es el ácido metaagállico.

El ácido agállico está compuesto de 7 átomos de carbono, 2 de hidrógeno y 3 de oxígeno, mas 3 de agua.

TINTAS.—Los ácidos tánico y agállico obrando por algun tiempo sobre las sales de hierro producen tanatos de peróxido de hierro de un hermoso color negro, que tienen grandes aplicaciones en la tintorería y forman la base de la tinta ordinaria. El método que se puede seguir para preparar este producto importante es: nuez de agalla quebrantada 1 kilógramo, sulfato de hierro ó caparrosa verde 500 gramos y otros 500 de goma arábiga, y agua 16 litros: se hace una fuerte decoccion de la agalla en 13 ó 14 litros de agua, se cuela, se añade al líquido claro la goma, despues la caparrosa que se ha disuelto separadamente en lo restante del agua prescrita, se agita la mezcla de tiempo en tiempo y se la deja al contacto del aire hasta que haya adquirido un hermoso color negro azulado; se deja entonces reposar, se saca sin removerle, y se guarda la tinta en botellas que se tapan con cuidado. Si se quiere que se conserve bien, se la añaden 10 gramos de esencia de espliego ó de limon, disueltos en 100 de alcohol.

El uso de la tinta con la nuez de agalla no data sino desde el sétimo siglo. La tinta se hacia entre los antiguos, como nos lo enseñan Plinio, Vitruvio y Dioscórides, con negro de humo ó carbon muy dividido y agua gomosa; mas de este modo corria poco, penetraba con dificultad en lo interior del papel y podia quitarse fácilmente por lavadura ó frotamiento; sin embargo, resistia perfectamente á la influencia atmosférica y á los agentes químicos mas enérgicos: en tanto que nuestra tinta á base metálica se destruye con facilidad por el cloro y los cloruros deco-

lorantes, los vapores ácidos, las soluciones alcalinas cáusticas, el ácido oxálico y la sal de acederas: aun el aire húmedo despues de algun tiempo, altera de tal modo los caracteres escritos que es imposible leerlos.

Para remediar estos inconvenientes se ha procurado largo tiempo hace preparar una *buena tinta indeleble;* pero la mayor parte no son mejores que la examinada por un ingenioso químico, Clouet.

El autor escribió estas palabras: *tinta indeleble,* y puso su firma; al dia siguiente Clouet le volvió á presentar el mismo escrito con las palabras *tinta deleble:* habia borrado la sílaba *in.* La Academia de ciencias en 1837 aconsejó como indeleble una muy sencilla, que consiste en diluir en agua alcalina que señale en el areómetro de Baumé buena *tinta de China* que se prepara, como ya sabemos, por medio de la decoccion de plantas, cola de piel de burro y negro de lámpara.

§ III. Alcalis vegetales.

Se da el nombre de *álcalis vegetales, alcalóides, bases salificables orgánicas*, á los principios inmediatos que cuando estan en disolucion en el alcohol vuelven al color azul el papel de tornasol enrojecido por un ácido, y que combinados con los ácidos dan el ser á sales que pueden regularmente cristalizar. El descubrimiento de los álcalis vegetales es una de las conquistas químicas mas importantes de nuestro siglo, porque estos productos han merecido aplicaciones las mas felices en el arte de curar: todos los dias se emplean para aliviar crueles padecimientos el sulfato de quinina, las sales de morfina y la estricnina. A Sertuerner, farmacéutico de Hanóver, pertenece el honor de haber distinguido el primero esta interesante clase de cuerpos; pero en obsequio de la justicia debe decirse que Dorosnes y Seguin habian, mucho antes que él, aislado del opio una base orgánica; mas ellos no insistieron suficientemente sobre este carácter de alcalinidad. Se cuentan hoy dia cerca de cincuenta álcalis vegetales diferentes; pero todos no han sido convenientemente estudiados y algunos solamente deben interesarnos con especialidad.

En la clase de bases orgánicas es donde se encuentran los mas activos venenos vegetales. Despues del descubrimiento de los alcalóides es cuando se ha podido dar razon de la prodigiosa actividad de los zumos con que los indios emponzoñan sus flechas. En las Indias Orientales, Java, Macasar y Borneo, así como en la América Meridional, en las orillas del Orinoco, Casiquiare y rio Negro, los salvages preparan misteriosamente, desde muchos años hace, con el zumo espesado ó con el estracto de ciertos vegetales, venenos muy célebres que nombran *upas-antiar*, *upas-ticute* y *curare.* La cantidad de veneno puesto á cada flecha es sumamente pequeña, y sin embargo los animales que son heridos por su picadura se ven atacados repentinamente de violentas convulsiones, vómitos horrorosos y mueren despues de

algunos minutos; su carne, no obstante, no contrae propiedad alguna malsana. Antes de la sumision de Java los holandeses se veian obligados á cubrirse con una especie de coraza para preservarse de las heridas mortales de estas armas: estas temibles preparaciones del Asia y del Nuevo Mundo deben su energía á la presencia de los álcalis vegetales. En el *upas-tieute* se encuentra la estricnina; en el *upas-antiar* existe otra base que todavía no ha sido aislada en estado de pureza; en el *curare* del Orinoco se sabe que hay un álcali particular que ha recibido el nombre de *curarina*. Las que proporcionan el *upas-tieute* y el *curare* son grandes lianas de la misma familia que la nuez vómica; el *upas-antiar* es el zumo de un grande y grueso árbol de la familia de las ortigas.

Composicion.—Todos los álcalis vegetales tienen de comun que además del oxígeno, hidrógeno y carbono contienen ázoe. Por la destilacion seca, además de los productos ordinarios de las materias no azoadas, dan una porcion de carbonato de amoniaco y dejan mucho carbon.—Contienen todos $\frac{2}{3}$ y $\frac{3}{4}$ de su peso de carbono; la cantidad de oxígeno es menos considerable, y la proporcion con que saturan los ácidos no tiene relacion alguna con la en que son neutralizadas sus bases inorgánicas.

He aquí la tabla que indica la composicion de los álcalis orgánicos segun Regnault.

	BASES ANHIDRAS.					
	Fórmulas.	Equiv.	H.	C.	Az.	O.
Amoníaco. . . .	$H^6 \quad Az^2$	214,5	17,46	»	82,54	»
Morfina.	$H^{40} C^{35} Az^2 O^6$	3702,0	6,74	72,28	4,80	16,18
Codeina.	$H^{40} C^{35} Az^2 O^5$	3601,9	6,93	74,27	4,92	13,88
Narcotina. . . .	$H^{46} C^{44} Az^2 O^{13}$	5127,4	5,60	65,60	3,45	25,35
Urea.	$H^8 C^2 Az^4 O^2$	756,6	6,59	20,21	46,78	26,42
Quinina.	$H^{48} C^{40} Az^4 O^4$	4111,1	7,30	74,37	8,60	9,75
Cinconina. . . .	$H^{46} C^{40} Az^4 O^2$	3898,6	7,37	78,42	9,09	15,12
Estricnina. . . .	$H^{44} C^{42} Az^4 O^4$	4239,1	6,48	75,63	8,35	9,44
Brucina.	$H^{52} C^{46} Az^4 O^8$	4994,7	6,50	70,39	7,08	16,03

Estado.—Se encuentran siempre en estado de sales, y generalmente estan combinadas con un esceso de ácido vegetal, siendo el mas frecuente el málico, alguna vez el agállico, el láctico y las materias colorantes, y en determinados casos con un ácido particular.

Propiedades.—Muchos álcalis vegetales cristalizan en formas

determinadas y constantes; unos son fusibles y otros volátiles; de ordinario poco solubles en agua, mucho mas en alcohol, sobre todo en caliente; su solucion vuelve el color azul al papel de tornasol enrojecido; se unen con los ácidos para formar sales, y las forman dobles con muchas de ellas á bases de óxidos metálicos: exigen para su saturacion una cantidad muy corta de ácido; muchas de estas sales cristalizan bien, y algunas se presentan bajo la forma de una masa gomosa: son mucho mas solubles que los mismos álcalis vegetales: los ácidos nítrico y sulfúrico los destruyen como á las otras materias orgánicas. Las soluciones salinas de los álcalis vegetales precipitan todas por la infusion de agallas ó solucion del tanino; pero el precipitado se disuelve de nuevo en un esceso de ácido; igualmente precipitan por la solucion del ioduro iodurado de potasio, y proporcionan de este modo ioduros de iodhidratos que he estudiado y que son dignos de notarse por su diverso colorido.

He examinado la accion sobre la luz de las principales bases orgánicas, y he consignado el resultado de estas investigaciones en los *Anales de química* y *física*, n.º de Noviembre de 1843. Veamos el resúmen de estas observaciones que han tenido por objeto la morfina, narcotina, estricnina, brucina, quinina y cinconina.

«Todos los álcalis vegetales examinados en solucion, sea neutra ó ácida, ejercen una accion manifiesta sobre la luz polarizada.

»Despues encontramos que de los seis álcalis que hemos estudiado, cinco en solucion alcohólica ó etérea desvian á la izquierda los rayos de la luz, y uno solo lo hace á la derecha con mucha energía, que es la cinconina.

Todos estos álcalis estan modificados por algun tiempo en su constitucion molecular interviniendo los ácidos; esta modificacion apenas es apreciable para la morfina; pero en todas las demás es muy manifiesta.

»Cuando estos mismos álcalis estan puestos en solucion por la influencia de los ácidos, solamente en proporcion suficiente para saturarlos, su poder propio se debilita generalmente en la combinacion; sin embargo, hay escepcion de esta regla en la quinina, cuyo poder propio se aumenta bajo esta influencia.

»El poder de la cinconina disminuye temporalmente, y el de la quinina se aumenta: bajo la influencia de los ácidos, estas dos bases presentan una semejanza digna de ser notada: el poder rotatorio molecular que la quinina adquiere por la influencia de los ácidos es—192,65, y el de la cinconina viene á ser de + 191,00, números muy próximos, pero en sentido inverso. En la estricnina y brucina la disminucion temporal de rotacion por la influencia de los ácidos, es muy considerable; pero es cosa digna de atencion el que estas dos bases, que ofrecen tanta semejanza en su composicion química y propiedades fisiológicas, la presenten aun bajo el punto de vista de las modificaciones moleculares causadas por los ácidos. La modificacion mo-

lecular que sufren bajo esta influencia, parece ser proporcional á su poder primitivo.

»El poder primitivo de la estricnina es con bastante exactitud el doble del de la brucina, y el poder de la estricnina modificada temporalmente por los ácidos, lo es aun mas.

»Entre todos los álcalis vegetales el que sufre los mas completos cambios moleculares por la intervencion de los ácidos, es la narcotina; no es solamente una disminucion de poder en el mismo sentido, sino un cambio completo. La narcotina pura desvia á la izquierda los rayos de la luz polarizada, y sometida á la accion de los ácidos lo hace á la derecha. Saturando por el amoníaco en esceso los ácidos añadidos á nuestras bases orgánicas podian presentarse tres casos principales: 1.° la base saldria intacta de su combinacion con el ácido; 2.° se modificaria, y 3.° esperimentaria un cambio molecular en sentido inverso bajo la influencia de un esceso de amoníaco: estos tres casos se han presentado. La morfina, estricnina, brucina y quinina han salido intactas de sus combinaciones con los ácidos; tocante á la narcotina el poder que se habia vuelto á la derecha por la influencia de los ácidos, se ejerce aun en este sentido á pesar de la saturacion del ácido por el amoníaco.

»La brucina nos ofrece el cambio molecular en sentido inverso del producido por los ácidos mediante la influencia del amoníaco. Los ácidos deprimen la energía de su poder rotatorio molecular primitivo; el amoníaco le aumenta por la influencia de esta base; la desviacion propia á la brucina es notablemente escedida.»

Propiedades organolépticas.—Tienen todos un sabor amargo muy graduado; gozan en general de propiedades médicas muy enérgicas, y muchos pueden ser considerados como los mas violentos venenos.

Alcalis vegetales estraidos del opio.—Uno de los medicamentos mas importantes que posee la terapéutica es el opio: es un zumo espesado que corre por incision del *papaver somniferum*: ha sido sometido á un gran numero de investigaciones químicas.

He aquí los principios inmediatos que ha suministrado este estracto: narcotina, morfina, meconina, narceina, codeina, ácido mecónico, ácido pardo y materia estractiva, resina particular, aceite fijo y caucho, arabina, basorina, leñoso.

Morfina.—Existe en el opio en estado de meconato y de sulfato, que Dupuis ha llegado á estraer directamente sin emplear los reactivos, hecho que confirma la preexistencia de los álcalis. Además Lassaigne ha observado que una solucion de opio depositaba la morfina en el polo negativo de una pila en accion.

Preparacion.—El método siguiente es uno de aquellos por los cuales se llega mejor á obtener la *morfina* y *narcotina.* Se apura el opio por el agua, y se evapora el líquido hasta consistencia de estracto: se diluyen tres partes de este estracto en una y media de agua, y se mezcla el todo en una retorta con 20 de éter. Se

la adapta un recipiente, se hace hervir la masa, y cuando han destilado 5 partes de éter, el que queda en la retorta ha disuelto la narcotina contenida en el estracto; se para entonces la operacion, se echa el éter caliente en un vaso aparte y se lava el residuo con las 5 partes de éter destilado, para sacar la porcion restante de la solucion etérea. Se deja enfriar el estracto poco espeso que queda, y se diluye en una pequeña cantidad de agua; despues de algun tiempo se saca por decantacion, y se separa el precipitado cristalizado que se ha formado y que consiste principalmente en narcotina: se vuelve á diluir despues en mas agua y se precipita por el amoniaco cáustico: el precipitado se recoge en un filtro; el líquido filtrado deposita cuando se calienta una pequeña porcion de morfina, que se separa. El precipitado bien lavado por el agua fria se deseca y hierve con una cantidad de espíritu de vino de 0,84, triple de la del opio empleado, y con carbon animal, del cual se pone 6 por 100 de opio; la solucion filtrada hirviendo da por enfriamiento cristales incoloros de morfina.

Propiedades.—La morfina precipitada de sus disoluciones salinas por el amoniaco, se presenta bajo el aspecto de copos caseiformes: por la evaporacion de la disolucion alcohólica forma cristales brillantes é incoloros, trasparentes, que contienen, segun la opinion de Liebig, 6 por 100 de agua: perdiendo el agua los cristales se hacen opacos; espuestos á una temperatura mas elevada, se funden sin descomponerse, dan un líquido amarillo que se vuelve blanco y cristalino por enfriamiento; calentada con mayor fuerza erparce un olor parecido á la resina, arde con llama viva y roja; es muy poco soluble en agua viva; el agua hirviendo disuelve mas de 0,01. La disolucion cristaliza por enfriamiento, y siendo en caliente vuelve al color azul el papel de tornasol enrojecido: se disuelve en 30 de alcohol anhidro hirviendo y en 40 frio: poco ó casi insoluble en el éter: soluble en los aceites fijos y volátiles, tambien en la potasa, sosa ó amoniaco cáustico: se deposita cuando estos álcalis se carbonizan.

Caracteres de la morfina y de sus sales.—1.º Cuando se echa ácido nítrico sobre la morfina ó alguna de sus sales, una y otra en el estado sólido, toman un color rojo anaranjado que pasa despues á amarillo; pero la estricnina, brucina y sus sales presentan tambien el mismo fenómeno. 2.º Cuando se pone la morfina en contacto con el ácido iódico, aunque sea muy diluido, descompone este ácido y pone en libertad el iodo. 3.º Mezclando la morfina ó sus sales neutras con una disolucion de una sal férrica neutra, la mezcla toma un hermoso color azul.

Usos.—La morfina posee las principales propiedades fisiológicas del opio. Es el tipo de los agentes que ocasionan el sueño. Se emplea su acetato, clorhidrato y sulfato.

ALCALIS DE LAS QUINAS.—Las cortezas de diversas especies del género *cinchona*, de la familia de las rubiáceas, se han empleado desde largo tiempo con buenos resultados para combatir las fiebres intermitentes: se las ha sometido muchas veces á in-

vestigaciones químicas muy detenidas. Vauquelin habia trabajado mucho sobre estos productos é indicado escelentes medios para reconocer las quinas de buena calidad; pero Duncan, Laubert y Gomez han sido los que nos indicaron los medios de obtener una materia cristalizada, la cinconina; mas las propiedades alcalinas de esta base y el descubrimiento de la quinina pertenecen á Pelletier y Caventou. La quina *amarilla real* no contiene, por decirlo así, mas que quinina, la *gris* cinconina y la *roja* los dos álcalis.

Preparacion.—Se reduce á polvo la corteza de quina amarilla real; se hace hervir con ocho veces su peso de agua acidulada con ácido clorhídrico: se hacen nuevas decocciones hasta que la corteza esté casi del todo apurada; se saturan con cal las decocciones ácidas; se seca el precipitado, se le trata despues hasta completo apuramiento por el alcohol á 0,836: se filtran los líquidos alcohólicos, se mezclan con un poco de agua, y despues se procede á la destilacion para recoger el alcohol: queda una masa parda viscosa; se trata con agua acidulada con ácido sulfúrico; se blanquea haciendo hervir la disolucion con carbon animal; se filtran los liquidos calientes, y por enfriamiento se deposita *sulfato de quinina* en forma de hermosas agujas blancas, de las cuales es fácil estraer la quinina, disolviéndole en agua acidulada con ácido hidroclórico y precipitándole por el amoníaco.

La *cinconina* se obtiene de la quina gris por un procedimiento análogo.

Las *sales de quinina* se distinguen por su fuerte sabor amargo de quina. Las que pueden cristalizar tienen un brillo nacarado; la mayor parte son solubles en agua; las soluciones son incoloras, pero con una lijera tintura azul opalina; se precipitan por los ácidos oxálico, tartárico, agállico, y por la infusion de agallas.

La elaboracion del *sulfato de quinina* es en Francia un ramo importante de comercio, pues se espende para todas partes de Europa y aun hasta de América Meridional, de donde viene la corteza de quina que sirve para prepararle. Desde el año 1826 se fabricaban ya mas de diez mil libras; pero admitiendo que la cantidad media de este medicamento, administrada á cada uno de los individuos que hayan hecho uso de él, fuese de un gramo y 95 centésimos en muchas dosis, lo que escede generalmente á la cantidad necesaria para cortar una fiebre, esas diez mil libras habrian sido repartidas entre mas de un millon de individuos. La Academia real de ciencias ha manifestado el aprecio que hacia de tan precioso descubrimiento, decretando en 1827 á sus autores Pelletier y Caventou un premio de 10,000 francos del legado de Monthyon.

Estricnina y brucina.—La familia de las estricninas suministra á la materia médica muchos productos, tales como la *nuez vómica*, *haba de San Ignacio* y *leño colubrino*, que son venenos enérgicos que deben sus propiedades tóxicas á dos álcalis vege-

tales descubiertos en 1818 por Pelletier y Caventou. Obran con mucha energía sobre la economía animal; su accion ataca particularmente al sistema nervioso y á la médula espinal; producen conmociones muy violentas, y 5 centígramos de estricnina bastan para envenenar: la brucina es un poco menos enérgica.

Las habas de San Ignacio contienen mas estricnina, el leño colubrino mas brucina, y la nuez vómica los dos álcalis que estan combinados con el ácido láctico.

Estricnina.—De una disolucion alcohólica cristaliza en prismas blancos cuadriláteros, terminados en pirámide; no se altera al aire, y cuando se calienta, ni se funde ni pierde agua; se descompone á 315°. Disuélvese en 2,500 de agua hirviendo y en 6,667 fria, y esta disolucion diluida en 100 veces su peso de agua, conserva aun el sabor muy amargo. El alcohol á 0,820 en frio no disuelve sino muy corta cantidad, y á 0,835 y con la ebullicion algo mas. El éter no la disuelve: los aceites volátiles muy bien, y los fijos muy poco.

Las *sales* de estricnina tienen un sabor amargo de lo mas desagradable, son precipitadas por el tanino, y cuando se mezclan en estado seco con el ácido nítrico toman un color rojo, fenómeno que proviene de la presencia de un cuerpo estraño que es difícil separar. La estricnina tiene propiedades básicas bien marcadas, pero su capacidad de saturacion es muy débil. El *hidroclorato* cristaliza en agujas cuadriláteras mas solubles en agua que el sulfato cristalizado en cubos.

Propiedades fisiológicas y usos.—De todos los venenos sólidos que suministra el reino vegetal, la estricnina es sin contradiccion el mas temible, pues 5 centígramos son suficientes para hacer perecer á un hombre en un cuarto de hora, en medio de violentos ataques de tétano; pero se puede por la costumbre soportar sin accidente alguno dosis mas considerables. La estricnina es uno de los remedios mas útilmente empleados para combatir una enfermedad cruel, la parálisis. Esta útil aplicacion de las estricneas al arte de curar se debe al profesor Fouquier.

Brucina.—Cristaliza en prismas de cuatro cáras oblicuos, trasparentes é incoloros: estos cristales calentados hasta 100° pierden de agua 19 por 100: la masa fundida es una sustancia semejante á la cera, soluble en 850 de agua fria y en 500 hirviendo, y siendo impura se disuelve mas: muy soluble en el alcohol; el éter y los aceites fijos no la disuelven, pero en pequeña cantidad es soluble en los aceites volátiles. Su carácter distintivo consiste en que el color rojo ó amarillo que toma por la accion del ácido nítrico, se cambia en un hermoso violeta añadiendo protocloruro de estaño. Las *sales* de brucina cristalizan, tienen sabor amargo, y se descomponen no solamente por los álcalis y tierras, sino tambien por la morfina y estricnina.

§ IV. Aceites esenciales, resinas y cuerpos grasos.

Los cuerpos que reunimos en este párrafo se parecen por su composicion, pues en efecto contienen un esceso de hidrógeno y carbono y forman cuerpos muy combustibles: son en general poco solubles en agua y solubles por el contrario en alcohol y éter.

ACEITES ESENCIALES Ó VOLATILES (ESENCIAS).—*Estado natural.*—Se encuentran en todas las plantas odoríferas, á las que comunican sus olores. Existen en unas del todo desarrollados y en otras (este caso es muy de notar) tienen necesidad de los elementos del agua para desarrollarse. Las plantas de la familia de las *labiadas* los contienen en todas sus partes; en otras no se encuentran sino en las corolas, en las hojas, en la raiz ó en la corteza; y alguna vez diferentes partes de la misma planta contienen aceites volátiles distintos. Así el *citrus curantium* parece contener tres especies: 1.° uno en las flores; 2.° otro en las hojas, y 3.° otro en la cáscara del fruto. En algunas plantas los aceites volátiles estan encerrados en vejiguillas particulares, y se pueden desecar estas plantas sin que el aceite se disipe: en otras se forman constantemente en la superficie de las corolas antes de arrancarlas y se volatilizan á medida que se van produciendo.

Preparacion.—Se estraen los aceites volátiles por diversos procedimientos: un corto número se puede estraer por espresion: en los frutos de las auranciáceas se separan las cáscaras, y se esprimen; el aceite corre de la corteza al mismo tiempo que el zumo, y viene á sobrenadar en la superficie: los aceites así preparados son suaves, pero no del todo puros.

Los aceites volátiles se obtienen ordinariamente por destilacion, á cuyo efecto se introduce en un alambique la planta de que se quiere estraer la esencia, se echa agua encima y se destila; el aceite volátil pasa al mismo tiempo que el agua. Los aceites esenciales son menos volátiles que el agua; pero durante la ebullicion, se evaporan en el vapor de agua formado: luego que el vapor compuesto de aceite y agua se condensa en el refrigerante del aparato destilatorio, el aceite se separa en gran parte del agua y va á la superficie o al fondo del agua destilada. Teniendo algunas esencias el punto de volatilizacion mas elevado, se reemplaza el agua por una solucion saturada de sal que no hierve hasta 109°.

El producto de la destilacion que pasa por el serpentin se recoge generalmente en *recipientes florentinos*, que son unos frascos cónicos, anchos de fondo, estrechos por arriba y con una tubulura encima del fondo: el agua destilada corre por esta tubulura y la esencia viene á sobrenadar en la superficie estrecha del frasco: de este modo se puede juntar en muy pequeño espacio el producto de una larga destilacion.

Para estraer la esencia de las plantas que no tienen vasos particulares que contengan el aceite, y en la superficie de las

cuales se evapora de seguida como en la violeta, jazmin, jacinto y tuberosa, se recurre á otro procedimiento. Se hacen capas alternativas de flores frescas y algodon en rama, empapado de antemano en un aceite fijo, puro é inodoro: así que las flores han abandonado todo su aceite volátil, el cual es absorbido por el fijo de que está el algodon impregnado, se reemplazan por otras, y se continúa así hasta saturar el aceite fijo: despues se destila el algodon con el agua y se obtiene así el aceite volátil; pero como estos aceites no se usan sino como perfumes, se emplea ordinariamente el fijo que se ha saturado, ó se estrae el volátil por medio del alcohol.

Propiedades.—Las esencias difieren mucho unas de otras por sus propiedades físicas: ejercen una accion diferente segun su naturaleza sobre la luz polarizada: así las esencias de trementina, gengibre, cubeba, copáiba, etc., desvian á la izquierda el plano de polarizacion, en tanto que la de limon y las de otros frutos de la familia de las esperideas lo hacen á la derecha. Las esencias tienen colores propios variados, pues las hay amarillas, rojas, incoloras, azules y pardas; pero por una rectificacion bien hecha vienen á ser casi todas incoloras. Tienen colores muy fuertes y variados: su sabor es acre é irritante: su densidad varía de 0,847 á 1,096, pero en general son mas lijeras que el agua, y su punto de ebullicion tambien varía, aunque ordinariamente es á los 160°. Destiladas solas ó mezcladas con arcilla, se descomponen en parte, pero en cambio se destilan fácilmente con el agua: al aire libre arden con llama oscura; su punto de congelacion varía mucho: las hay sólidas á la temperatura ordinaria, y tambien otras que no se solidifican sino mucho mas bajo de 0°. Algunos aceites esenciales por la influencia del frio se separan en dos diferentes, uno sólido que se llama *estearoptena*, y otro líquido, *eleoptena*. Saussure ha estudiado detenidamente la accion del aire sobre los aceites volátiles, y ha visto que se hacen de color mas subido, y que absorben poco á poco el oxígeno, en particular estando espuestos á la luz; desprenden al mismo tiempo gas hidrógeno y ácido carbónico, formando compuestos que requieren ser mejor estudiados. Los aceites volátiles son poco solubles en agua; sin embargo, lo poco que se disuelve la comunica su olor y sabor. Los ácidos volátiles se disuelven en alcohol, tanto mejor cuanto mas anhidro: algunos de ellos exentos de gas oxígeno, como el de trementina y limon, son muy poco solubles en alcohol flojo.

Por la ebullicion los aceites volátiles disuelven el *azufre*, que cristaliza por el enfriamiento de la disolucion saturada en cristales prismáticos de color rojo: tambien disuelven igualmente el *fósforo* y depositan por enfriamiento la mayor parte de lo que tenian disuelto: en algunos casos la disolucion es luminosa en la oscuridad: si se echa en un vaso de vidrio, que se tapa en seguida con cuidado, y se agita de modo que se humedezca toda la pared interna del vaso, todo él parece luminoso en el momento de destaparlo en la oscuridad.

Los aceites esenciales absorben el gas *cloro* y padecen en este caso la misma alteracion que cuando se oxidan al contacto del aire.

Los *ácidos fuertes* alteran de diferentes maneras la composicion de estos aceites: se unen al ácido sulfúrico con desprendimiento de calor, y forman con él un líquido oscuro y espeso, de donde el agua precipita una masa parda y ácida soluble en alcohol, los álcalis y hasta cierto punto en mayor cantidad de agua: si se calienta la mezcla, el aceite se carboniza con desprendimiento de gas ácido sulfuroso: los aceites absorben gran cantidad de este gas sin alterarse sensiblemente. El ácido nítrico concentrado, mezclado de pronto con aceite volátil en un vaso caliente, le descompone con tal violencia que muchas veces la masa se inflama; cuando se añade al ácido nítrico cierta cantidad de sulfúrico que le quita el agua y le hace así mas concentrado, la mezcla viene á ser mas inflamable: siendo la reaccion menos viva, el aceite se trasforma en resina, y por una ebullicion prolongada con el ácido diluido se obtiene por último ácido oxálico. Segun los esperimentos de Priestley, el gas óxido nítrico es absorbido en abundancia por los aceites volátiles que se han trasformado en resinas. El gas ácido hidroclórico es absorbido en gran cantidad por los aceites volátiles que adquieren de este modo un color oscuro y la propiedad de hacerse fumantes al aire: muchos de ellos se combinan con el ácido hidroclórico concentrado dando origen á compuestos definidos. El producto que da por este medio la *esencia de trementina* es conocido con el nombre de *alcanfor artificial.*

Clasificacion y composicion.—Los aceites esenciales se dividen en muchos grupos: el primero contiene los aceites compuestos únicamente de hidrógeno y carbono, como la esencia de limon y de trementina: el segundo comprende los aceites esenciales oxigenados, esencia de yerbabuena, anís, etc.; y el tercero está reservado á los que admiten en su composicion un nuevo elemento, como la esencia de mostaza, que contiene azufre, y la de almendras amargas, ázoe.

Usos.—Las esencias tienen bastante importancia comercial, en razon de sus diferentes aplicaciones en la medicina y en las artes: sirven para preparar los *barnices á la esencia* y los *crasos*, para quitar las manchas de grasa sobre los vestidos, y las de pintura al óleo, especialmente en las telas de lana y seda. La perfumería hace mucho consumo en la preparacion de los alcoholatos ó aguas aromáticas, pomadas, jabones perfumados y todos los demás aromas. La medicina las utiliza empleándolas como escitantes tanto interior como esteriormente.

Alcanfor.—Se distingue de los aceites volátiles oxigenados por las combinaciones que forma con los ácidos, sobre todo con el nítrico; mas sin embargo se parece á la estearoptena de los aceites de este órden por la reunion de sus propiedades y por su composicion.

Estado.—Existe puro de toda mezcla de eleoptena en mucho

árboles de la familia de las *laurineas*, en todas las ramas del *laurus camphoratus* y *sumatrensis*, y en la raiz del *laurus cinnamomum*: nos lo traen de las Indias Orientales en forma de granos cristalinos y pardos que han sido obtenidos calentando las diversas partes de estos árboles con agua en una gran caldera, sobreponiendo un capitel cónico de madera, cuyo interior está revestido de paja de arroz: el alcanfor arrastrado por el agua se sublima y se adhiere á la paja.

Propiedades.—El alcanfor se presenta en el comercio en forma de una masa blanca, sólida, trasparente, dotada de un olor y sabor particulares: por la condensacion de su vapor cristaliza en octaedros ó en segmentos de octaedros trasparentes é incoloros; es muy flexible; no se le puede reducir á polvo sino por el intermedio de un poco de alcohol ó éter; se funde á 175° y hierve á los 204°: su densidad es de 0,996; al aire se inflama aproximando un cuerpo en combustion; arde con llama oscura.

Una parte de alcanfor para disolverse necesita 1000 de agua. El éter, los aceites fijos y volátiles disuelven con facilidad el alcanfor.

Usos.—Se emplea para destruir los pequeños insectos que viven á espensas de los productos animales que conservamos. Se forman con el alcanfor bolsitas ó saquillos que se colocan en los cofres en que se guardan las pieles, telas de lana y objetos de historia natural. La medicina lo emplea á lo interior como sedante, y á lo esterior como antiséptico. Entra en muchos *barnices*, sobre todo en la especie conocida con el nombre de *vieja laca*. Su gran combustibilidad hace que se emplee en los fuegos artificiales; y aun se quiere decir que entraba en la composicion del fuego griego.

Resinas.—*Estado*.—Estos productos estan casi tan esparcidos en los vegetales como los aceites esenciales, y es probable que resulten de una oxidacion ó de otra modificacion de estos cuerpos: estos dos principios se encuentran casi siempre juntos y su mezcla líquida se conoce con el nombre de *trementina*.

Preparacion.—Hay dos procedimientos para obtener estos productos: 1.° se obtienen de una trementina aislando la esencia por una decoccion continua, intermediando el agua; 2.° se apuran las sustancias que contienen resina por el alcohol rectificado, se destilan las tres cuartas partes, y se mezcla al residuo un volúmen igual de agua destilada; se recoge el depósito resinoso que se forma, se lava en agua caliente, se pone en platos y se deja en la estufa hasta que esté seco y quebradizo.

Composicion.—Las resinas contienen oxígeno, hidrógeno y carbono, y así como los aceites esenciales, tienen un esceso de estos dos últimos cuerpos. Los ensayos de Unverdorben nos han demostrado que la mayor parte de las resinas naturales estaban formadas de otras muchas que tenian propiedades muy distintas: los álcalis las disuelven con facilidad. Unverdorben las divide en cuatro clases con referencia á la accion de los álcalis: 1.ª resinas fuertemente electro-negativas; 2.ª débilmente elec-

tro-negativas; 3.ª medianamente electro-negativas, y 4.ª indiferentes.

Propiedades.—Las resinas cristalizan rara vez: son casi siempre trasparentes, incoloras ó de muchos colores, amarillo, rojo, pardo ó verde; son inodoras ó insípidas cuando estan puras: su densidad varia de 0,92 á 1,2: son generalmente duras y fáciles de pulverizar: no conducen la electricidad, mas por frotamiento son idio-eléctricas: sometidas á la accion del fuego se funden en un líquido viscoso; si se continúa el calor se descomponen en gas ácido carbónico, gases combustibles y aceite empireumático aromático; pero se debe advertir que este estudio no se hizo con los medios del calor graduado que se han empleado despues.

Las resinas son insolubles en *agua*, y se disuelven por el contrario en cantidad mas ó menos grande en el *alcohol* frio y caliente: esta disolucion enrojece el papel de tornasol, pero no tiene accion sobre el jarabe de violetas: el agua precipita una mezcla lechosa de ella, en la cual la resina se va juntando poco á poco: en este estado contiene agua y es generalmente blanda y susceptible de ser amasada, propiedades que pierde con el agua que se evapora, secándola. Las resinas se disuelven en *éter* y *aceites volátiles*, y se combinan con los *fijos* por la accion del calor.

Gomo-resinas.—Son productos vegetales que participan á un mismo tiempo de la naturaleza de las gomas y de la de las resinas, resultando ordinariamente de la union de estos dos cuerpos; las resinas son las mas veces producidas por vegetales leñosos; las gomo-resinas al contrario por vegetales herbáceos que crecen en los paises cálidos; se obtienen por incision de los vegetales y desecacion al sol de los zumos lechosos que fluyen de ellos: las resinas salen combinadas con un aceite volátil. Los zumos lechosos que por su desecacion forman las gomo-resinas estan contenidos en vasos particulares colocados por lo general en la parte interior de la corteza; á mas de la goma y la resina que entran en la composicion de estos productos, pueden contener un gran número de otros cuerpos, y así se encuentra en ellas generalmente una corta cantidad de esencia y aceite craso: en algunas una sustancia acre y venenosa, caucho, potasa y cal unida á los ácidos vegetales del estractivo. Las gomo-resinas se disuelven imperfectamente en agua y alcohol: su mejor disolvente es el alcohol débil, el cual es preferible al vinagre que se empleaba en otro tiempo para purificarlas. Las disoluciones dilatadas de los álcalis cáusticos las disuelven muy bien: son mas solubles en los ácidos concentrados que en el agua; pero los ácidos minerales las descomponen ordinariamente.

La familia de las umbelíferas suministra las importantes gomo-resinas, la goma amoniaco, asafétida, gálbano, opoponaco y sagapeno. La asafétida es muy notable por su olor de ajo muy fétido, tan insoportable que los antiguos la llamaban *stercus diaboli*: sin embargo, se asegura que los persas la empleaban para

sazonar sus manjares, y los americanos para cazar zorras. La familia de las convolvuláceas nos proporciona las escamoneas. Las gomo-resinas procedentes de las teribentáceas son el bedelio, incienso y mirra.

ÓLEO-RESINAS, RESINAS FLUIDAS Ó TREMENTINAS.—Estos productos no difieren de las resinas naturales sino por un carácter de muy poca importancia, cual es que el aceite esencial se encuentra en ellas en proporcion mucho mas considerable, lo que las hace fluidas; se distingue de los bálsamos en que no contienen ácido benzóico. Para indicar su historia en general, es suficiente el reunir los caracteres de las resinas y esencias que hemos dado anteriormente.

BALSAMOS.—Se da este nombre á las resinas sólidas ó líquidas que contienen ácido benzóico, y así se les deben aplicar los caracteres generales de las résinas y trementinas; en otro tiempo tambien se llamaban bálsamos á la mayor parte de las trementinas y á muchos productos farmacéuticos: los que se definen hoy dia como tales son el benjuí, liquidambar, el bálsamo del Perú, el de tolú, el estoraque sólido y líquido, y la sangre de drago.

BARNICES.—Se da este nombre á unos líquidos que cuando se estienden sobre cuerpos sólidos, se desecan en una capa delgada, permanente, de aspecto brillante. Los barnices consisten en general en una disolucion de resinas, gomo-resinas ó bálsamos en el alcohol, esencias y aceites fijos secantes. Algunos barnices son muy secantes, tienen en general poca solidez y forman escamas fácilmente: otros son mas glutinosos, mas lentos en secarse; pero tambien son mas resistentes. Démos algunos caracteres útiles sobre las principales materias fundamentales que entran en su composicion.

Resina laca.—Se disuelve difícilmente en el alcohol; para esto es menester que sea muy puro, pero Soehnee ha demostrado que reduciendo esta resina á polvo impalpable y dejándola espuesta al aire por espacio de un año, se disuelve entonces muy fácilmente en alcohol de 85°.

Copal.—Esta resina proporciona muy bellos barnices; es tambien difícilmente soluble en el alcohol, pero se llega esto á conseguir bien por el método de Soehnee.

Miera y colofonia.—Estas resinas son poco costosas, pero dan barnices que se abren.

Almáciga.—Es de muy buen uso, y da al barniz apego; mas siempre debe intervenir en pequeña cantidad.

Benjuí.—Este bálsamo proporciona buenos barnices, pero desgraciadamente son coloreados.

Sandaraca.—Da al barniz brillo, pero tambien le hace seco y quebradizo; es necesario emplearla con precaucion; es poco soluble en el alcohol.

Resina curbaril.—Esta resina suministra barnices pastosos que se secan con dificultad.

Nos falta dar el método de elaborar los principales barnices.

BARNIZ AL ALCOHOL.—Cuanto mas exento de agua está el alcohol, mejor conviene para los barnices; para preparar el *barniz sin color* se toman de sandaraca 6 partes, de almáciga 3, resina elemi 1, trementina de Venecia 4, vidrio molido 4 y alcohol 32. Cuando está efectuada la disolucion se filtra por papel en un embudo tapado. Se hace uso de este barniz sobre objetos duros, tales como las cajas, estuches, etc.

A pesar de su color pardúzco el *barniz de goma laca* es el mejor; se prepara con 6 á 8 partes de laca en escamas, 3 á 4 de sandaraca, 1 de trementina de Venecia, 4 de vidrio molido y 60 de alcohol. Si se emplea la goma laca de antemano blanqueada por el cloro, resulta un barniz casi incoloro.

Barniz de laca odorífico.—Sandaraca 60, resina laca 120, estoraque 30, benjuí 30; pulverícense y háganse disolver en una onza de alcohol.

Barniz muy resplandeciente.—No hay necesidad de pulirlo ni apomazarlo: succino fundido 120, sandaraca 120, almáciga 120 y alcohol rectificado 1000. Se digiere en baño de arena hasta disolucion, agitando de tiempo en tiempo.

Barniz para apomazar los muebles.—Resina laca preparada 500 y alcohol 1000. Se pone el todo en un matraz cerrado á la ampolla, se calienta á 50 ó 60°, se agita de cuando en cuando hasta disolucion, se saca y conserva. Para usar este barniz se mezcla con un poco de aceite comun, y con un tapon se frota muy de prisa en el sentido de las fibras, se empapa el tapon diversas veces y se frota de nuevo hasta que se seque la superficie: al fin se da mas brillo frotando el objeto con trípoli y un tapon mojado en aceite comun hasta que se presente el lustre; rematando la pieza con una badana delgada.

Barniz para cajas, mesas, etc.—Copal fundido 90, trementina de Venecia 75, sandaraca 180, almáciga 90, alcohol 1000 y vidrio molido 125.

Barniz para instrumentos de música.—Sandaraca 120, laca en granos 60, almáciga 30, benjuí 30, trementina de Venecia 60 y alcohol 1000.

Barniz para madera, alambre, rejillas y galerías.—Sandaraca 69, laca 60, resina blanca 120, trementina de Venecia 120, vidrio 120 y alcohol 1000. Se disuelve el todo á fuego suave.

BARNIZ A LA ESENCIA DE TREMENTINA.—Se obtiene incoloro con 24 partes de almáciga, 3 de trementina de Venecia, 1 de alcanfor, 10 de vidrio molido y 72 de aceite de trementina rectificado. Se gasta sobre las pinturas al óleo, cartas geográficas, dibujos y grabados: el papel se debe tener preparado anteriormente con una disolucion de cola de pescado, la cual impide que el barniz penetre el papel y le haga trasparente.

Barniz á la esencia.—Laca en granos 120, sandaraca ó almáciga 120, sangre de drago 15, cúrcuma 2, vidrio molido 150, trementina 60 y esencia de trementina 980. Este barniz se conoce con el nombre de *mudable* ó *cambiante*, porque siendo aplicado sobre metales, tal como el cobre, laton y estaño, ó sobre mue-

bles y maderajo, les comunica un color y brillo que los hace parecidos á los metales preciosos: con este barniz se da á la plata ó al cobre en láminas aquellos colores resplandecientes que presentan los talcos.

Barniz de copal.—Copal preparado 60, esencia de espliego 90, esencia de trementina 120 y alcanfor 2. Se mezclan la esencia de espliego y el alcanfor en un matraz, y se calientan hasta que se disuelva el alcanfor; se añade el copal tratado con la esencia ó el éter y dividido en pedazos, agitando hasta disolucion, y se echa la esencia de trementina: puede reemplazarse la esencia de espliego por la de romero: este barniz es trasparente y sólido: se le puede emplear sobre madera.

Barniz para cuadros.—Trementina de Venecia 120, sandaraca 60. Fúndase y añádase cantidad suficiente de esencia de trementina.

Barniz muy apreciado para cuadros.—Esencia de espliego ó de romero 180, alcanfor 4, copal preparado 60. Disuélvase todo junto y añádase esencia de trementina hirviendo en cantidad suficiente. Se puede tambien emplear cuatro veces el peso del copal en alcohol.

Barniz holandés para papeles y pergaminos.—Trementina 120, sandaraca 120, almáciga 120, succino fundido 30 y aceite de trementina 500.

Barniz para hierro.—Colofonia fundida 120, sandaraca 180, goma laca 60 y esencia de trementina 120. Se mantiene esta mezcla en digestion hasta solucion y se añade de alcohol rectificado 180; se filtra y guarda: es muy bueno contra el orin.

Barnices de colores.—El de color de oro se prepara con 8 partes de laca en grano, 8 de sandaraca, 4 de trementina de Venecia, 1 de sangre de drago, ¼ de cúrcuma, ¼ de gutagamba y 64 de esencia.

Barnices crasos.—Copal 16, esencia 16 y aceite de lino 3. Se usa sobre maderas y metales.

Hermoso barniz para los pintores.—Sandaraca 120, almáciga 30, trementina de Venecia 6, aceite de lino cocido 750 y esencia de trementina 90. Mézclese el todo en un matraz y caliéntese en baño de maria; fíltrese y espóngase por espacio de dos dias al sol: el aceite de lino puede ser reemplazado por el de claveles.

Presentaremos en seguida de los barnices algunas mezclas de las que hacen uso los grabadores.

Barniz para grabar sobre cobre.—Cera amarilla 46, almáciga 30 y asfalto 15. Fúndase, cuélese en agua y hágase una bola.

Barniz para grabar sobre vidrio.—Cera 30, almáciga 15, asfalto 7 y trementina 2.

Otro para lo mismo.—Almáciga 15, trementina 7 y aceite de espliego 4.

Ceras blandas para los grabadores.—(N.° 1) de sebo 1, de cera amarilla 2: (n.° 2) de cera amarilla 5, de aceite comun 1: (n.° 3) de cera amarilla 4, de trementina 1: (n.° 4) de cera 500 gramos, de trementina 30 y de aceite comun 30.

Caucho ó *goma elástica*.—Este principio existe en bastante número de plantas, que es lo que contribuye á dar el aspecto lechoso á muchos zumos: se encuentran particularmente en muchas plantas de la familia de las atrocarpeas, papaveráceas y sobre todo en las euforbiáceas. El zumo de los árboles que suministran el caucho, aplicado en capas delgadas sobre un cuerpo resistente, se solidifica trasformándose en goma elástica coherente: si se calienta este zumo, el caucho se coagula en la albúmina vegetal; el alcohol determina la misma coagulacion: ni el agua ni el alcohol disuelven el caucho coherente: es soluble en el éter privado de alcohol; se disuelve igualmente bien en los aceites empireumáticos rectificados que se obtienen por destilacion del carbon de tierra, de la brea y de la esencia de trementina; mucho mas soluble en el líquido que nos proporciona el gas del alumbrado comprimido. Una de las propiedades mas notables del caucho, es la de dar por destilacion á fuego desnudo un aceite que por muchas rectificaciones puede hacerse tan lijero como el éter sulfúrico, y que posee por escelencia la propiedad de disolver perfectamente el caucho coherente: este aceite está compuesto de muchos principios notables que he aislado y descrito.

La goma elástica disuelta en este aceite empireumático ó en los productos líquidos resultantes de la descomposicion de la *esencia de trementina por el fuego* se emplea para hacer impermeables al agua los diferentes tejidos con los cuales se elaboran despues capas, vestidos, forros de sombreros, delantales de nodrizas, geringas, colchones y almohadones de aire: estos tejidos fueron preparados en Manchester por Mackinstosh y Hancock. Ratier y Guibal los fabrican en Paris estendiendo por medio de una brocha sobre una de las caras de la tela una capa de barniz elástico obtenido disolviendo el caucho en disolventes que voy á dar á conocer bien pronto: cuando el barniz se ha vuelto viscoso por un principio de desecacion, se aplica sobre la tela otra pieza del mismo tejido que ha sido barnizado de la misma manera: se somete á cierta presion la tela doble así preparada, se la espone á una corriente de vapor de agua durante algun tiempo, y despues se la deja secar. El uso de estos tejidos impermeables, tan cómodo para los viajeros, ha tomado un desarrollo considerable de algunos años á esta parte.

El caucho suministra por destilacion 95 por 100 de líquido empireumático: este carácter es escelente para distinguirle de las materias resinosas con que se podria confundir: tiene además de esto una composicion particular segun la opinion de Faraday; está formado de 87,2 de carbono y de 12,8 de hidrógeno.

Hace cerca de un siglo que es conocido en Europa el caucho. Fue un tal Ferneau quien le descubrió en Cayena, y La Condamine quien envió desde América en 1751 la primera descricion científica de esta sustancia. Se le llamó por una continuacion de falsas ideas sobre su naturaleza *resina* y *goma elástica*.

Procedimientos para disolver el caucho.—Se empleó al principio el aceite esencial obtenido por destilacion de la la brea de horna-

guera; mas no llenó perfectamente el objeto cuando se trató de aplicarlo á la disolucion del caucho: debia estar rectificado muchas veces: la parte mas volátil es la única empleada, no obteniéndose sino una proporcion bastante corta, y los gastos de combustibles son grandes: este aceite vale muy caro.

Beale y Enderby propusieron emplear en lugar de esta esencia, el aceite que se obtiene por la propia destilacion del caucho á fuego desnudo; este último es eminentemente disolvente, y como da un peso casi igual á su primitivo, es posible que algun dia sea económico el uso de este aceite, si los árboles que nos lo suministran son mas regularmente esplotados que en la actualidad.

En mi memoria sobre los productos de la destilacion del caucho he indicado la *esencia de trementina rectificada muchas veces* como el mejor disolvente de la goma elástica, el mas fácil de obtener á precio moderado, y de buen uso. Un fabricante ha establecido una manufactura de telas de goma elástica con arreglo á este dato, y desde entonces es el aceite esencial de trementina bien rectificado el que ha obtenido la preferencia sobre todos los otros disolventes. Hace algun tiempo que Rattier y Guibal han dado á la disolucion del caucho en la esencia de trementina una aplicacion que podria tener importancia: se sirven de ella para preparar hojas de goma elástica de una estension, por decirlo así, casi ilimitada; el problema que ha sido resuelto consistia en estender una capa de caucho sobre un tejido ó una superficie plana cualquiera, luego despegarla sin que se hiciese pedazos despues de completa desecacion. Por este procedimiento se pueden obtener placas de todos tamaños y de un grueso dado.

Rattier y Guibal preparan tambien correas para trasmision de movimiento que parecen debian ser preferidas á las de cuero; estan formadas por la reunion de muchos dobleces de una tela endurecida de caucho.

En fin se han obtenido recientemente telas endurecidas en un barniz de goma elástica, sobre las cuales se hacen las impresiones con rara perfeccion. Dumas dice poder sacarse de esta aplicacion algunas ventajas para la impresion de mapas y sobre todo para los marinos que de este modo estarian á cubierto de los efectos de la humedad.

El caucho se hace cada dia un objeto de comercio mas importante, por lo que el precio de esta sustancia es cada año mas subido. Se reduce á hilos que se tejen y se aplican á la construccion de tirantes, cordones y ligas. Dícese que fue en Viena donde se confeccionaron por primera vez los tejidos de caucho. Esta industria ha sido perfeccionada y aumentada en Francia por Rattier y Guibal, que hacen por dia cerca de 2,000 tirantes, de cuya cantidad 1,500 son espendidos para América. La preparacion de las sondas imaginadas en 1768 por Macquer y la de un gran número de instrumentos de cirugía consumen tambien una enorme cantidad. En el Brasil y la Guayana se confeccionan calzados impermeables, botellas y geringas; por este último nombre se ha dado al árbol que produce el caucho el de *pao-di-xiringa*. Los naturales

de Caira en el alto Orinoco rodean de peras de goma elástica las estremidades de las baquetas con que tocan sus tambores.

Cuerpos crasos.—Aceites fijos.—Se llaman cuerpos crasos á sustancias líquidas ó sólidas que pueden liquidarse á una temperatura poco elevada, que manchan el papel, que son insolubles en el agua y solubles en alcohol y éter, sobre todo en caliente, que arden fácilmente, y que en general forman combinaciones solubles con los álcalis. Los cuerpos grasos estan compuestos de muchos principios inmediatos que he clasificado con arreglo á Chevreul, creador de la química de los cuerpos crasos, del modo siguiente: comprendemos en esta clasificacion los principios que los cuerpos crasos pueden dar por la accion del calor, de los álcalis y ácidos.

Primera division.—*Cuerpos grasos no ácidos.*—*Primer género*, no atacables por los álcalis y no susceptibles de unirse á ellos. 1.º grupo, formados todos en la naturaleza: colesterina, ambreina, miricina y castorina. 2.º grupo, producidos por la saponificacion: etal, ceraina y glicerina. 3.º grupo, producidos por la accion de los álcalis á una temperatura elevada: oleona, estearona y margarona.

Segundo género, susceptibles de convertirse por los álcalis en ácidos crasos fijos y en una sustancia no ácida: cetina, cerina, margarina, estearina, oleina, elaidina y palmina.

Tercer género, susceptibles de convertirse por los álcalis en ácidos crasos fijos, en crasos volátiles y en glicerina: focenina, hircina y butirina.

Segunda division.—*Cuerpos crasos ácidos.*—*Primer género*, que no se volatilizan cuando se ponen en agua hirviendo, y fijos relativamente á los del 2.º género: ácidos esteárico, margárico, oléico, ricínico, estearoricínico, oleoricínico, elaídico y palmico.

Segundo género, que pueden destilar con el agua, y son volátiles: ácidos cebádico, crotónico, focénico, butírico, capróico, cáprico é hírcico.

No daré á conocer en esta obra mas que la oleina, estearina y margarina, que por sus mezclas forman casi todos los cuerpos crasos de origen animal y vegetal; los primeros están generalmente formados de una mezcla de estos tres cuerpos, y los segundos casi siempre no contienen sino margarina y oleina.

Estearina.—Es sólida, blanca, sin olor ni sabor, cristaliza en láminas nacaradas y brillantes, bastante friables para ser pulverizadas; se funde á 62º; el alcohol hirviendo disuelve 0,21, mucho mas el éter hirviendo; á + 15 no guarda mas que $\frac{1}{225}$; los álcalis la convierten en ácido esteárico y glicerina.

Margarina.—Es blanca, sólida, incolora é inodora, fusible á 47º; insoluble en agua; el éter frio la disuelve mucho mas que á la estearina: da por la accion de los álcalis glicerina y ácido margárico mezclado con ácido esteárico.

Oleina.—Es líquida, incolora é inodora; el alcohol hirviendo

disuelve $\frac{123}{100}$; el éter la disuelve en casi todas proporciones; por la saponificacion da ácido oléico mezclado con márgarico y glicerina.

Cuerpos crasos (productos naturales).—*Estado.*—Los cuerpos crasos se encuentran en el tejido adiposo de los animales, en las semillas de un gran número de plantas, particularmente en las familias de las *cruciferas, solaneas, rosáceas,* etc. El *pólen* y las hojas de una multitud de plantas contienen cuerpos crasos análogos á la cera: en las aceitunas el aceite está contenido en el pericarpio: el tejido adiposo está compuesto de muchos granos que se obtienen aislados malaxándole á una temperatura fria bajo un chorrito de agua: estos granos presentan figuras y dimensiones variables, no solamente según los animales, sino aun en el mismo animal.

Estraccion de los aceites.—Se estraen ordinariamente por espresion de las semillas molidas; para este efecto se introducen en una tela de lino fuerte ó de crin, y se prensan per medio de una prensa de cuña ó de un aparato enroscado entre dos placas metálicas. La mayor parte de las semillas dan el aceite á la temperatura ordinaria, y es el mejor y mas puro; mas para estraerlo del todo es menester que se haga la espresion en una temperatura mas alta: para esto se calientan las semillas con precaucion hasta que esten en la mas alta temperatura que puedan soportar sin descomponerse, despues se esprimen entre las placas metálicas calentadas de antemano: procediendo así el aceite adquiere mas liquidez, la albúmina de las semillas emulsivas se coagula y se separa mejor, y el mucílago contenido en las mucilaginosas se deseca; pero este procedimiento tiene el inconveniente de suministrar con mucha frecuencia un aceite alterado, ya porque la semilla se haya quemado lijeramente, ya porque el aceite caliente quite á la semilla cuerpos que no se encuentran cuando se hace la espresion en frio, aumentando la tendencia del aceite á ponerse rancio.

La cantidad de aceite estraido de las semillas varía en razon de las especies, y en la misma especie en razon de la estacion ó del clima. Las nueces contienen hasta la mitad de su peso de aceite: las semillas de la *brassica oleracea* y *campestris* una tercera parte; la variedad de la *brassica campestris*, que se llama *navina*, dos quintas partes; la semilla de la amapola $\frac{47}{100}$; el cañamon una cuarta parte y el lino una quinta.

Preparacion de las grasas animales.—Se separa el tejido adiposo de las membranas que le cubren, y se pone despues con agua en un mortero de porcelana, en donde se aprieta con la mano: se renueva el agua hasta que salga incolora: estando lavadas las grasas se dejan secar: despues se funden en baño de maría y se pasan por un filtro de papel sin cola colocado entre dos hornillos encendidos.

Propiedades de los aceites.—Los recientes no tienen casi nada de sabor; la lengua no percibe sino la sensacion de untuosidad; tienen casi todos el olor de la planta que los ha suministrado: su densidad varía desde 0,913 á 0,936 ; su consistencia es muy variable. La cera no se funde sino á+68°, y el aceite de lino es aun fluido á 20°. Los aceites estraidos de un mismo vegetal contienen á lo menos dos de fusion diferente. La *oleina* es el aceite fluido; la *estearina* es el menos fusible, que se parece por esto al sebo. Se han dado diferentes métodos para separar estos dos aceites. 1.° Se espone á un frio artificial; el aceite sólido se separa del líquido que sobrenada: se esprime el sólido entre dos dobleces de papel de filtro sucesivamente reemplazados por otros hasta que el papel no resulte grasiento: la parte que queda es la estearina. 2.° Se disuelve el aceite en alcohol hirviendo y se deja enfriar la disolucion; la estearina se precipita y la oleina queda disuelta con alguna parte de estearina.

Los aceites no conducen la electricidad de un mismo modo; por esta propiedad Rousseau ha propuesto un método para reconocer la pureza del aceite comun, que está fundado en ser menos conductor de la electricidad que los otros aceites vegetales.

Accion del aire sobre los aceites.—En vaso perfectamente cerrado se conservan por largo tiempo sin alterarse, pero en contacto del aire se alteran poco á poco. Algunos aceites se espesan y acaban por desecarse en una sustancia trasparente y flexible: se les llama *secantes*; se usan en la pintura al óleo; otros no se desecan; pero si espesan se hacen menos combustibles y toman un olor desagradable ; entonces se dice que estan *rancios* : con relacion á sus colores se advierte que el oxígeno, que da color á los volátiles, decolora los fijos.

Estos inmediatamente despues de su estraccion, estan en una inaccion casi completa sobre el gas oxígeno, que no pueden absorber sino una cantidad muy limitada. Esta corta cantidad no parece al principio modificarles; sin embargo, basta para hacerles sufrir con el tiempo un cambio de estado que les da la facultad de absorber rápidamente una cantidad de gas mucho mayor, por la cual tienden á solidificarse ó á enranciarse si no son secantes.

El *agua* no disuelve los aceites, el alcohol en frio poco : no hay mas que un pequeño número, tal como el de ricino, que sea soluble en el alcohol en frio. El éter es el disolvente de los aceites.

Los aceites crasos no pueden ser destilados sin descomponerse: principian á hacerlo cuando llegan al punto de ebullicion: de este modo se forman los ácidos oléico y esteárico.

El *azúfre* se disuelve en los aceites por la ebulicion; cuatro partes de aceite de lino disuelven una de azufre, con desprendimiento de gas sulfido-hidrico: una de *fósforo* exige para su disolucion 36 de aceite frio y menos hirviendo. La disolucion resplandece en la oscuridad; algunas gotas de aceite esencial im-

piden este efecto. El *cloro* y el *iodo* se disuelven en los aceites y á espensas de estos se trasforman en ácido iodhídrico y clorhídrico, endureciéndose el aceite como la cera. Los *ácidos poderosos* los destruyen dando productos análogos á los que resultan de su destilacion ó saponificacion.

Purificacion del aceite para alumbrar.—Muchos aceites crasos mezclados con 1 ó 2 por ciento de ácido sulfúrico toman repentinamente color verde ó pardo oscuro, y si se dejan despues reposar, poco á poco se va depositando la materia colorante, que consiste en una combinacion química del ácido sulfúrico con un cuerpo que se separa por este medio del aceite: el color de este se hace así mucho mas claro y luce despues con llama mas pura y sin obstruir los poros de la mecha. No se ha examinado aun este cuerpo, aunque hubiera sido muy fácil separarle del ácido sulfúrico. Se ha sacado partido de esta propiedad para purificar los aceites destinados al alumbrado: es necesario entonces separar el precipitado y el ácido puesto en esceso, resultado que se consigue fácilmente, segun Cognan, haciendo llegar el vapor de agua al aceite hasta que el todo tenga una temperatura de 100°, y dejando reposar la mezcla: el precipitado se deposita entonces en el fondo, así como un agua ácida, y el aceite se aclara. Si decantándole no estuviese perfectamente trasparente, se le podria filtrar á través de una capa de roeles groseramente pulverizados. El agua contenida en el aceite es desalojada por la evaporacion en baño de maría.

Accion del nitrato ácido de mercurio sobre los aceites.—Poutet indicó el procedimiento siguiente para reconocer la *falsificacion del aceite de olivas* por otros estraños: se disuelven en frio 6 partes de mercurio en 7½ de ácido nítrico de densidad de 1,35: se mezclan 2 partes de esta disolucion con 96 de aceite y se agita la mezcla 15 ó 30 minutos. Si el aceite es puro la mezcla en el espacio de 7 horas forma una papilla espesa y á las 24 una masa sólida bastante dura para oponer resistencia á una varilla de vidrio que se procura introducir. Otros aceites vegetales crasos no gozan de esta propiedad de combinarse con el nitrato mercurioso, y si se han añadido al de olivas forman papilla, mas no una masa dura y resistente; si la cantidad de aceite estraño llega á mas de $\frac{1}{8}$, se separa de la masa y forma una capa particular, cuyo espesor depende de la cantidad de aceite mezclado, de suerte que si estan en partes iguales, el volúmen del aceite separado es igual al coágulo. Conviene hacer el ensayo á una temperatura de 20°, en la cual el aceite y coágulo se separan mejor. Si el aceite de olivas está falsificado con grasa animal, la mezcla se coagula ordinariamente en 5 horas; el coágulo consiste entonces en grasa animal, y la mayor parte del aceite nada en la superficie, pudiendo sacarse por decantacion. La grasa así coagulada esparce desde que se calienta un olor á sebo fundido; pero esta prueba presenta mucha menos certeza desde que se ha demostrado que el aceite de ricino, de claveles y almendras amargas se coagulan como el de olivas con el nitrato mercurioso; el de

lino y de nueces, por el contrario, no se coagulan por esta sal.

Boudet examinó el reactivo de Poutet; y probó que el nitrato de mercurio obraba sobre el aceite comun por el ácido nitroso: vió que con $\frac{1}{33}$ de este ácido necesitaba 70 minutos para solidificarse el aceite; que con $\frac{1}{200}$ tardaba 7 horas y ½, y que con $\frac{1}{400}$ la accion era nula siendo la temperatura de 16°. He aquí el tiempo comparado que reclaman diversos aceites para solidificarse con 0,03 de ácido hiponítrico: el de olivas 73; se vuelve verde azulado: el de almendras amargas 160′; resulta verde subido: el de dulces, 160′, blanco sucio: el de avellanas 103′, verde de trigo: el de nuez de acaju 43′, amarillo de azufre: el de ricino 603′, amarillo dorado: el de colza 2400, amarillo oscuro. Se ve que los aceites secantes resisten á la accion solidificativa del ácido hiponítrico y que los no secantes son al mismo tiempo solidificables. Los aceites de olivas de avellana, de almendras, solidificados por el ácido hiponítrico se trasforman en nuevos cuerpos, la elaidina que se saponifica por la influencia de los álcalis, formando el ácido elaídico. El de ricino forma la palmina, trasformándose por la saponificacion en ácido pálmico.

Ceras.—Se encuentra la cera frecuentemente en la naturaleza: segun Proust constituye parte de la fécula verde de muchas plantas; existe en la cara superior de las hojas un barniz que se le cree análogo á la cera. Boussingault la ha estraido del zumo del árbol llamado de la vaca. Hubert dice que las abejas alimentadas esclusivamente de azúcar proporcionan la cera.

Se encuentran en el comercio dos especies, la amarilla y la blanca; se diferencian en que la primera contiene una materia colorante amarilla y otra odorífica, que se destruye esponiéndola á la escarcha y á la luz.

La cera purificada es blanca, sólida, quebradiza, insípida y casi inodora: su densidad es de 0,96; se licua cerca de los 62° y arde fácilmente; el agua no la disuelve, pero sí los aceites crasos y esencias; el alcohol hirviendo disuelve un principio llamado *cerina*, y deja insoluble otra sustancia, que es la *miricina*. La cera, segun la opinion de John, está compuesta de cerina 70 y de miricina 30.

La *cerina* es fusible á 62°, soluble en alcohol hirviendo, é igualmente en la esencia de trementina caliente; los álcalis la saponifican formando ácido margárico, muy poco del oléico y una gran cantidad de una materia crasa no saponificable, la *veraina*, fusible á 70°.

La *miricina* es blanca, insípida, inodora, fusible á 65°, poco soluble en alcohol, aunque sea hirviendo; no se saponifica por los álcalis.

Se falsifica alguna vez la cera con sebo, pero se reconoce este fraude porque disminuye el punto de fusion y toma un olor

particular: tambien suelen adulterarla con almidon, pero es suficiente licuarla para separarle.

La cera se emplea en la elaboracion de las bujias, y es de mucho uso en medicina.

Jabones.—Saponificacion.—*Historia.*—La saponificacion es la operacion que tiene por objeto el trasformar los cuerpos crasos en jabones. Es conocida esta operacion desde la mas remota antigüedad, pues Plinio hace mencion del producto con el nombre de *Sapo*, y Galeno asegura que los gaulos y especialmente los germanos preparaban escelente jabon con ceniza y sebo. Lo cierto es que los romanos conocian el arte de fabricarlo, puesto que se ha descubierto en las minas de la antigua ciudad de Pompeya, que fue sepultada bajo las cenizas del Vesuvio en el año 79 de la era cristiana, un taller completo de jabonería con diferentes utensilios, y cubetas llenas de jabon evidentemente formado por la combinacion de un aceite con un álcali: el jabon se conservaba en estado perfecto, aunque la época de su preparacion debia contar mas de 1700 años. Berthollet fue el primer químico que examinó de una manera superficial la teoría de la saponificacion, y creyó que todos los cuerpos crasos eran ácidos y gozaban de la propiedad de unirse á las bases. Scheele al hacer obrar el óxido de plomo sobre la grasa para preparar el emplasto simple, observó la formacion de una materia particular (glicerina). Se creia generalmente que el aire tomaba alguna parte en la saponificacion. En este estado estaban las cosas cuando Chevreul orilló este asunto, dedicando al estudio de los cuerpos crasos diez años y haciendo el trabajo mas completo que la química posee.

Preparacion.—Si á dos partes de aceite de olivas se mezcla una de hidrato de potasa ó sosa, disuelta en dos veces su volúmen de agua, y se digiere la mezcla por espacio de 24 á 48 horas, removiéndola de cuando en cuando, el aceite se combina con el álcali y se obtiene jabon que sobrenada en la disolucion: aunque este jabon sea por sí soluble en el agua, sin embargo se separa en un liquido saturado hasta cierto punto de álcali cáustico: en el caso de que aquí se trata el líquido alcalino es producido por el agua y el esceso de álcali cáustico.

Si se saca el jabon, se lava para separar el esceso de la lejía adherente, se le disuelve en agua y se le descompone por el ácido hidroclórico, este pone en libertad una grasa medio sólida que viene á sobrenadar en la superficie del líquido; esta grasa no es ya el aceite de olivas; se disuelve completamente en el alcohol hirviendo, y la solucion deposita por enfriamiento unas lentejuelas brillantes de una grasa que enrojece el papel de tornasol, y posee todas las propiedades de ácido Evaporando la disolucion alcohólica se obtiene una nueva cantidad del mismo ácido craso, y por último evaporado el residuo de la disolucion da una grasa ácida líquida, que es el ácido *oléico*. Si se recogen separadamente los productos de la primera y ultima cristalizacion de la grasa ácida, sólida, disuelta en el alcohol y proceden-

te do un jabon hecho con grasa muy abundante en estearina, si se redisuelven estos cristales y se les hace cristalizar separadamente, se obtienen otros que se parecen mucho por su aspecto, pero que gozan de una fusiblidad diferente; de donde se deduce que difieren unos de otros. El producto de la primera cristalizacion, que es el menos fusible, ha recibido el nombre de ácido *esteárico*, y el de la última *margárico*. Por este medio ha formado, por la accion del álcali sobre la grasa, tres ácidos que deben ser colocados entre las grasas ó aceites relativamente á sus propiedades físicas, y que pertenecen al mismo tiempo á los ácidos por relacion á sus reacciones y tendencia á combinarse con las bases salificables: se les ha dado pues el nombre genérico de *ácidos crasos:* además Chevreul ha demostrado que no se forma ni ácido acético ni carbónico durante la saponificacion.

No son los únicos productos de la saponificacion los ácidos crasos: si se satura el agua madre alcalina de donde se ha separado el jabon lo mas exactamente posible por el ácido sulfúrico diluido, se evapora el líquido hasta que principie á depositarse una sal y se mezcla el residuo con alcohol, este precipita el sulfato de potasa ó sosa, y deja despues de la filtracion y evaporacion un jarabe dulce que se llama *glicerina* ó *principio dulce.*

Todos los aceites vegetales crasos, así como el sebo y las grasas animales, se trasforman por la saponificacion en ácido craso y glicerina: la diferencia que existe en su composicion, como hemos visto anteriormente, no influye en el resultado de la reaccion que presentan con los álcalis sino en la relacion en que estos ácidos crasos se encuentran ya entre sí, ya con la glicerina. Además, estos ácidos y la glicerina parecen ser de la misma naturaleza, cualquiera que sea el aceite que ha servido para su formacion.

Muchos cuerpos crasos no se conducen de una manera tan sencilla en la saponificacion: dan entonces bajo esta influencia ácidos crasos volátiles, cuyo fenómeno le presentan particularmente las grasas animales, siendo en este punto muy notable la manteca de vacas: hay tambien otros cuerpos crasos que además de los ácidos crasos y la glicerina dan otros compuestos que no saponifican: asimismo hay otros cuerpos crasos naturales que no pueden combinarse con los álcalis.

Los álcalis fijos son los agentes mas poderosos de la saponificacion: el amoníaco es mucho menos propio para esta trasformacion. Los hidratos de barita, de cal, de magnesia, etc. saponifican bien el aceite por medio de la ebulicion, pero no los hidratos de las tierras. Entre los óxidos metálicos los de zinc y plomo gozan de la propiedad de formar jabones insolubles cuando se les hace hervir con los aceites y agua.

Teoria de la saponificacion.—Para dar una idea exacta de la saponificacion vamos á elegir un cuerpo craso puro, por ejemplo, la estearina. Segun las análisis de Liebig y Pelouze está compuesta de 146 átomos de carbono, 286 de hidrógeno y 17 de

oxígeno: la estearina corresponde á 2 átomos de ácido esteárico, 1 de glicerina y 2 de agua. Como hidrató de un ácido, esta combinacion es perfectamente semejante al ácido sulfoglicérico: dos átomos de ácido sulfúrico son reemplazados por dos de esteárico, y por otra parte contiene exactamente la misma cantidad de agua de combinacion que un átomo de ácido esteárico libre.

La estearina se descompone por los álcalis en ácido esteárico y en hidrato de glicerina. Si tres átomos de agua se fijan en esta reaccion sobre los nuevos productos, á saber, dos sobre una de ácido esteárico y uno sobre el átomo de glicerina, el cálculo manifiesta que 100 partes de estearina deben dar una suma total de 102,3, de la cual 7,9 en hidrato de glicerina (glicerina libre). Los esperimentos de Chevreul presentan una concordancia admirable con estos cálculos: de 100 partes de estearina que debian contener aun una cantidad sensible de oleina, si se la juzga por su punto de fusion y el del ácido craso obtenido en la saponificacion, Chevreul ha sacado 102,6 de productos en que entraban 8 partes de glicerina.

Liebig y Pelouze admiten por los hechos espuestos mas arriba que la estearina debe ser considerada como el hidrato de un ácido compuesto de ácido esteárico y glicerina.

Dos hipótesis principales se han suscitado sobre la composicion íntima de los cuerpos crasos puros. La primera consiste en mirarlos como combinaciones de ácidos crasos y glicerina en estado anhidro, desempeñando la glicerina las funciones de álcali, pero siendo susceptible de ser reemplazada por un álcali mas poderoso que la desaloja por el agua necesaria á su formacion de hidrato. La segunda hipótesis consiste en considerar la glicerina y los ácidos crasos como no formados todos en los cuerpos crasos, sino producidos por la influencia del agua y los álcalis á espensas de los elementos de la misma agua y de los cuerpos crasos. La verdad de una y otra hipótesis no puede ser demostrada, y una y otra esplican igualmente los hechos; las dos tienen analogías en las trasformaciones orgánicas.

Preparacion de los jabones.—Se encuentran en el comercio dos especies principales de jabon, los *verdes* ó *blancos*, los *blandos* ó *duros*. Se prepara el *jabon verde* saponificando el aceite de cañamones y el sebo por la potasa cáustica. Thenard le ha encontrado compuesto de 9,5 de potasa, 44 de ácido craso y 46,5 de agua. El *duro* se prepara de dos modos: 1.° con el aceite comun y la sosa, y 2.° con el sebo ó la grasa y la sosa: se llama este último producto *jabon animal*. En Francia para preparar los jabones á base de sosa, se emplea al principio la sosa en estado de lejía floja, despues en él de mas fuerte para saponificar el aceite por medio de la ebullicion. Alguna vez se prepara al principio jabon de potasa, y despues se trasforma en duro descomponiéndole por la sal marina en polvo fino: entonces se efectua una doble descomposicion.

Se prepara el *jabon de tocador* duro y trasparente saponificando la grasa de riñones por la sosa libre de sales estrañas; despues de seco el jabon así obtenido le disuelven en alcohol, filtran y evaporan la disolucion, vaciándola en moldes cuando está bastante concentrada.

El *jabon jaspeado* es una mezcla de una gran porcion del blanco y de una pequeña de un jabon á base de alúmina y óxido de hierro mezclado con sulfuro de lo mismo; procedentes de la sosa empleada. Todos los jabones contienen agua, pero no en igual cantidad: con mucha frecuencia los fabricantes procuran introducir la mayor cantidad posible, á fin de aumentar su peso, y lo consiguen muy bien con el *blanco*, que admite cantidad considerable; pero no es lo mismo en el *jaspeado*, que no consiente sino una proporcion fija, pasada la cual desaparece el jaspeado. He aquí las proporciones de agua contenidas ordinariamente en los jabones del comercio:

Jabon jaspeado.		Blanco.	Blando.
Sosa ó potasa.	6,0	4,6	9,5
Acidos crasos.	64,0	50,2	44,0
Agua.	30,0	45,2	46,5
	100,0	100,0	100,0

Bajo el punto de vista económico es pues preferible comprar el jabon jaspeado ó de Marsella, puesto que en pesos iguales contiene menos agua que el blanco.

El *emplasto simple* de los farmacéuticos es un verdadero jabon á base de óxido de plomo.

El jabon es un artículo de comercio de la mayor importancia.

Aplicaciones y usos.—Los cuerpos crasos son de bastante interés, ya considerados como sustancias alimenticias, ó ya como materia fundamental de importantes fabricaciones: está probado por un gran número de esperimentos y por la mas atenta observacion que los cuerpos crasos forman uno de los elementos indispensables para la nutricion. Pues bien: si consideramos sus aplicaciones industriales, vemos que tienen un uso diario para disminuir el roce de las máquinas, desde las mas finas á las mas toscas. Hemos estudiado en el párrafo anterior la fabricacion de los *jabones*, por lo que no volveremos á hablar de ello: nos queda que tratar de las bujías esteáricas y de las velas de sebo perfeccionadas, y tomaremos por guia en esta parte de nuestro trabajo la memoria interesante de Golfier-Besseyre.

BUJIAS ESTEARICAS.—*Blanqueo y endurecimiento de los sebos. Estraccion de la estearina y oleina, y de los ácidos esteárico y oléico, con sus diversas aplicaciones.*—Las bujías que se conocen en el comercio con los nombres de *esteáricas*, *de la estrella*, *del fénix*, *del sol*, etc., estan preparadas con los ácidos margárico y esteárico estraidos del sebo: este método de elaboracion ha tomado un gran incremento desde el año de 1839, pues se fabri-

can anualmente en Paris mas de 200,000 libras: esta industria ha visto el ser en Francia; está fundada en los resultados de las grandes investigaciones de Chevreul sobre los cuerpos crasos. La bujía esteárica tiene muy buen aspecto esterior; está perfectamente lisa, tan blanca, seca é inodora como la cera: la blancura y resplandor de su luz no ceden en nada á los mismos efectos que las bujias ordinarias; solamente arde algo mas de prisa; pero por otra parte cuesta menos y en realidad su uso es mas económico; todas estas circunstancias militan en favor de este hermoso producto de las ciencias químicas.

Los trabajos de Chevreul nos habian dado á conocer muy bien la naturaleza de los principios inmediatos procedentes de los cuerpos crasos; pero faltaba encontrar los medios fabriles para llegar á los fines de las diversas aplicaciones de que eran capaces. Diremos primeramente los medios de fabricacion que se han empleado para separar directamente la oleina y estearina de los cuerpos crasos; aclararemos despues con todos sus pormenores los medios empleados para trasformar los cuerpos crasos en los ácidos oléico y esteárico; luego los procedimientos para separar y purificar estos ácidos; y terminaremos por las particularidades relativas al uso de ellos.

Estraccion de la estearina.—Algunas veces bien pocas cosas son necesarias para determinar la separacion de la oleina y estearina mezcladas en los cuerpos crasos.—Se conoce que esta separacion es fácil por un medio bien sencillo; si se trata de una grasa consistente como el sebo, manteca de puerco, etc., se toma una partecilla, y se la comprime entre los dedos, despues de haberla envuelto en muchos dobleces de papel de filtro; si puede comprimirse la materia, la oleina solo es absorbida y la estearina queda en el papel; se muda la estearina á otro nuevo para que pueda quitarla otra nueva cantidad de oleina, y se obtienen por este medio pequeñas lentejuelas de estearina muy puras. La presion aplicada en circunstancias convenientes, es el mejor agente que se puede emplear en las manufacturas para la separacion de los cuerpos crasos sólidos mezclados á los líquidos. Este es el procedimiento primitivo indicado por Chevreul y Braconnot; pero la operacion no se ejecuta siempre tan fácilmente: lo que conviene hacer para determinar una presion fácil, es colocar la estearina en condiciones favorables á la cristalizacion, y en una multitud de casos, agentes que parecen insignificantes producen este resultado; la temperatura á que se liquan los sebos, la presion atmosférica, el vapor del agua, un gran número de sales, ácidos y álcalis, un poco de alcohol ó de un aceite esencial cualquiera, determinan esta separacion; aun se puede de esta manera hacer que sirva la clarificacion de algunos aceites para la estraccion de la estearina.

Se elaboran bujias con la estearina ya pura, ya mezclada con cera ó sebo. Las bujías de estearina no son tan perfectas como las de ácido esteárico esprimido solamente en frio: con las mismas mechas la intensidad de la luz es menor.

Elaboracion del ácido esteárico.—Vamos á indicar al presente los medios fabriles para obtener el ácido esteárico necesario á la fabricacion de las bujias. Para 100 partes de una grasa cualquiera, sea sebo, manteca de puerco, aceite de coco ó de palma, se toman 16 ó 17 de cal viva; se pone en una tina de pino el sebo con un poco de agua en el fondo, dispuesta de modo que un tubo comunicante con una caldera de vapor pueda limpiar el fondo por medio de una espita; tambien es importante que el vapor pueda salir del tubo en muchos chorrillos.

Mientras que se licua el sebo, se hace lo mismo con la cal; despues se la añade un poco de agua para formar una lechada que se echa en la tina cuando el sebo está licuado, pasándola por un cedazo, porque en caso que la cal tuviese algunas piedras, se recogerian y su peso indicaria la cantidad de cal que faltaba añadir.

Estando las cosas en este estado, la corriente de vapor debe continuar sin cesar hasta el fin de la operacion, que durará seis horas operando sobre 100 libras: además se conoce fácilmente que se ha terminado la operacion en que el jabon se granula casi de pronto, y toma un aspecto diferente del todo al que habia conservado hasta entonces.

Luego se procede á la descomposicion del jabon, y para esto se le traslada por medio de una grande espumadera á otra tina colocada de intento al lado de la en que se ha hecho la suponificacion, y en la cual se ha mezclado una cantidad de ácido sulfúrico de 66° doble de la de cal empleada, con dos veces su volúmen de agua; haciendo pasar el vapor á esta tina, no tarda en ejecutarse la descomposicion, y los ácidos crasos vienen á juntarse á la superficie del baño, en tanto que el sulfato de cal, á medida que se va formando, abre la superficie de los granos de jabon, y agita tan bien el baño que la operacion marcha con mucha rapidez.

Cuando se juzga que la operacion está concluida, se cierra la llave del vapor, y despues de un corto reposo, se separa el cuerpo craso que se echa en una tina: allí se le lava con agua y siempre por medio de la corriente de vapor que desempeña la funcion de depósito y agitacion: dejando suponer algunos ensayos de las aguas que la locion es completa, se recoge el producto que se coloca en vasos evaporatorios en donde se le deja hasta el dia siguiente.

La materia enfriada se divide para formar tortas que se ponen entre los planos de una prensa hidráulica :se hace una caja de madera, que encierre todos los límites de tamaño y grueso que deben tener las tortas: un hombre toma la materia dividida y con un pison de madera la hace entrar con rapidez en la caja todo lo mas posible para llenarla, despues la coloca sobre una tabla fija á la misma mesa que está hecha de modo que llene exactamente la caja, teniendo esto por objeto el desalojar la materia que la llenaba, á fin de poderla depositar con su forma de mesa cuadrilátera alargada en la tela cortada y doblada de antemano para recibirla.

Las tortas se envuelven en arpilleras cruzadas de klimmeraht de Estrasburgo ó en telas de lana que se llaman *malfil*: estas telas, que cubren por todos cuatro lados la materia que se ha de prensar, se conocen generalmente con el nombre de *sacos* y se colocan tres de frente á lo largo de una prensa, cuidando de colocar anticipadamente sobre la plataforma inferior un tejido de mimbres: se cubren los tres primeros sacos con una fuerte placa de hierro batido sobre la cual se pone otro tejido, despues otros tres sacos y así sucesivamente, cuantos se pueden colocar entre los planos comprimentes, teniendo cuidado siempre de alternar un tejido de mimbres, una pila de sacos y una placa de hierro batido. Cuando la prensa está cargada se dan algunos golpes de émbolo á la grande bomba para disminuir el volúmen de todo lo que se acaba de poner en prensa: despues que en muchas veces se ha hecho subir el cilindro de cierta cantidad, se abre la llave para hacer bajar la prensa, y de este modo se añaden nuevas series de tejidos, sacos y placas de hierro: en fin cuando se juzga que la carga de la prensa está completa, se da principio á la presion definitiva; en tanto que un hombre pone en accion la bomba, otro observa con atencion toda la carga y hace parar al menor accidente: el mas ordinario es ver salir la materia grasienta en hilos cuya formacion se impide ordinariamente haciendo detener la bomba y apretando los hilos con los dedos en el orificio donde toman principio, como si se quisiese tapar estos pequeños agujeros con la misma materia que sale; por otra parte es prudente no dar demasiado prisa á la presion fria, sobre todo el principio: es mejor dar una ó dos emboladas de cinco en seis minutos, y repartir toda la operacion en dos dias: se recompensa bien el tiempo empleado por la calidad y cantidad de los productos que se sacan.

Cuando se ha concluido la presion en frio, que lo indican ordinariamente la aplicacion del máximo de potencia de la prensa (cuando dos hombres tienen que mover con esfuerzo la pequeña bomba con su mas larga palanca) y la supresion de la salida de ácido oléico, entonces se abre la llave de la bomba y se descarga la prensa: todas las tortas se ponen en la tolva de un molino de láminas oblicuas: despues se procede á llenar los sacos para la presion en caliente: aquí se necesitan verdaderamente sacos de costura doble y que sean mas anchos de boca que de fondo y siempre de malfil, porque la presion en caliente no puede ejecutarse sino en lana.

Se puede muy bien prensar en caliente en una prensa vertical, mas el uso de una horizontal es mucho mas cómodo, y esta es la que se debe recomendar, á pesar de los numerosos inconvenientes de este sistema de presion.

Se pone cerca de la prensa una caja de hierro que desprende vapor, y bastante capaz para contener todas las placas de hierro destinadas al efecto y las cubiertas de cerda: estas placas de hierro tienen cerca de 3 centímetros de espesor y las cubiertas son hojitas de un tejido de cerda al menos del mismo grueso que

las placas. Encerrados todos estos utensilios en la caja de vapor, se establece la comunicacion con la caldera y la caja de la prensa, y estando todo caliente del modo debido, se carga esta lo mas pronto posible; para lo cual es necesario que todos los sacos esten preparados anticipadamente, que su boca esté replegada sobre sí misma, y en fin que esten del todo prontos para entrar en la prensa. Se saca una cubierta y se mete en ella un saco, no tardando en colocarse el todo en la caja de la prensa entre dos placas calientes; despues se coloca otro saco en otra cubierta que se la pone entre la placa anterior y la que la sigue, y así sucesivamente todo lo que puede contener: entonces se hace la presion lo mas pronto posible; se les deja en prensa unos 10 minutos; la cantidad de materia se reduce mucho, una gran parte se funde y corre coloreada en la caja de la prensa, mezclada con el agua que prestan las cubiertas, y el residuo es una materia muy pura y de una blancura resplandeciente. Cuando se juzga haber pasado el tiempo necesario para la presion, se desarma la prensa rápidamente, se sacan todos los sacos y se vacian en un cofre que está inmediato.

Para obtener la materia lo mas pura posible, se funde y filtra con el objeto de separar las impurezas mecánicas que la mancharian; es muy aplicable á la fabricacion de las bujías.

Fabricacion de las bujías.—Por mucho tiempo han sido elaboradas añadiéndolas cierta cantidad de cera, que solidificándose mas pronto que el ácido esteárico alteraba la cristalizacion, lo que es un grave inconveniente, porque las bujías se rompen en los moldes, y las que salen enteras tienen un aspecto desagradable y una superficie que no es fácil de pulir; mas se ha observado que corriendo el ácido esteárico tal como acabamos de obtenerle, á la mas baja temperatura posible, se consigue el mismo resultado, y desde entonces se ha suprimido la adicion de la cera.

Eleccion y preparacion de las mechas.—Se emplea una trenza de tres mechas de un algodon medianamente fino y de buena calidad, cuya reunion compone 80 hilos: es necesario empapar las mechas en materias susceptibles de dar consistencia á los hilos de algodon: sin esto cuando este es blando, de una calidad mediana ó demasiado fino, la mecha forma al quemar una especie de gancho que tiende á formar espirales, sobre las que se juntan getas, ó se hacen tan delgadas que no pueden menos de producir mal aparato para la llama; pero cuando se meten en un baño, por ejemplo de ácido sulfúrico diluido en 8 ó 10 veces su peso de alcohol, ó bien en una disolucion de ácido bórico, la estremidad en ignicion no tiene mas que una sencilla curvatura, y conserva el mismo grueso hasta su reduccion á cenizas. Veamos ahora el modo de fabricar las bujías: se disponen desde luego los moldes, que se hacen con una liga ó mezcla de estaño y plomo: la punta que forma la parte superior de la bujía está reforzada con una pequeña pieza de laton, y en su base está ensanchado el molde de modo que forma una tacita de un volúmen casi

igual al de la bujía; las mechas se deben tener cortadas y empapadas por una punta solamente en el ácido esteárico fundido, á fin de unir entre sí los hilos de esta estremidad para que no se separen y puedan recibir y retener un alfiler que se introduce en ella trasversalmente; despues se mete la mecha en el molde por medio de un alambre ahorquillado: se pasa la punta no preparada, y se la introduce pasando el alambre por lo ancho del molde; se recibe la mecha en la punta, donde se la tiene por una pequeña espita de madera introducida con bastante fuerza; el alfiler que se ha atravesado en la otra punta de la mecha la mantiene estendida y sirve tambien para colocarla en el centro.

Los moldes así dispuestos se colocan en una caja de vapor, donde toman la temperatura de cerca de 55°; por otra parte se ha fundido al vapor el ácido esteárico, y cuando se advierte en las paredes del vaso en que se la ha hecho fundir, un principio de solidificacion, se le echa en los moldes de modo que se llenan los $\frac{4}{5}$ de su tacita: este esceso es nesesario para cubrir los vacíos que se forman en el centro de la bujía por el retraso considerable del ácido esteárico: hecho el amoldamiento pronto y á la temperatura mas baja posible, se pueden llevar los moldes sobre listones de madera, dispuestos paralelamente unos á otros de modo que se les pueda presentar unos bastidores en cuya orilla se detenga su parte ensanchada: dos ó tres horas despues se pueden levantar los moldes y sacar las bujías, reemplazándolas con nuevas mechas, y de este modo pueden hacer tres fundiciones al dia: se sacan las bujías de los moldes, despues se pasa á pulimentarse frotándolas con una franela, y se forman paquetes de á cinco que pesen una libra.

La bujía esteárica de primera calidad puede tener de coste en la fábrica un franco y 15 céntimos la libra, segun Golfier-Besseyre, de quien hemos tomado los detalles precedentes, cuyo precio permite á los fabricantes una buena ganancia y á los consumidores un alumbrado muy agradable á precio moderado.

El *ácido oléico*, que es un residuo considerable de esta fabricacion, se emplea para elaborar el jabon verde y preparar los paños. Se vendia al principio á 20 céntimos la libra, y hoy dia de 50 á 70.

Salicina.—Esta sustancia notable ha sido obtenida por Leroux de muchas especies de sáuces y entre otros del *salix helix*; se encuentra tambien en el álamo blanco (*populus tremula*), y se emplea en medicina como febrífuga. Fórmula de la salicina cristalizada: $C^{21} H^{28} O^{11}$.

Se estrae fácilmente por decoccion de las cortezas del álamo echando en ella un pequeño esceso de subaceto de plomo, filtrando el líquido, añadiendo bastante ácido sulfúrico para precipitar el esceso de plomo, filtrándola de nuevo, concentrándola, haciéndola hervir con carbon animal y filtrándola en caliente por última vez. Cristaliza por enfriamiento; se presenta gene-

ralmente bajo la forma de cristales blancos muy delgados y nacarados; su sabor es muy amargo y parecido al aroma de la corteza de sáuce: se funde á 100 y mas grados sin perder agua; por enfriamiento se convierte en una masa cristalina ; calentada un poco mas fuerte se vuelve de un amarillo de limon y quebradiza como una resina; á una temperatura elevada se descompone en un producto ácido y mucho aceite empireumático: á la temperatura ordinaria 100 partes de agua disuelven 3 ó 4 de salicina, mucho mas soluble es en el agua caliente, y aun parece que hirviendo la disuelve en todas proporciones: el alcohol efectua tambien la disolucion , pero el éter y el aceite esencial de trementina no tienen accion alguna sobre ella : ni el acetato de plomo neutro ó básico, ni la gelatina, ni la infusion de agallas precipitan la disolucion acuosa de salicina.

Haciendo hervir una disolucion de salicina con ácido hidroclórico ó sulfúrico diluido, se enturbia bien pronto y se nota una materia amarilla que se precipita y tiene el aspecto de resina: esta es la saliretina. Haciendo uso de los ácidos concentrados para preparar la saliretina, se la obtiene anhidra: en esta reaccion un equivalente de hidrato de salicina se convierte en otro de saliretina, y otro de azúcar de uva que se encuentra en la solucion.

Estudiada la accion de la salicína sobre la luz polarizada la desvia á la izquierda : su poder molecular rotatorio es de-55,832.

Salicila.—Muy de notar es la accion que algunos cuerpos oxidantes ejercen sobre la salicina, y ha resultado de esta accion una serie numerosa de cuerpos que se puede relacionar á un radical hipotético , la salicila.

Hidruro de salicila. (*Acido saliciloso.*)—Esta sustancia ha sido obtenida por Piria destilando la salicina con ácido sulfúrico diluido y el bicromato de potasa. Dumas y Ettling han hecho ver que es el principal constituyente del aceite que Pagenstecher ha obtenido por la destilacion de las flores de la reina de los prados (*spirœa ulmaria*) y que Lœwig ha analizado y descrito bajo el nombre de ácido espiroilhídrico. Para preparar el hidruro de salicila con la salicina, tómense de salicina 3 partes, de bicromato de potasa 3, de ácido sulfúrico concentrado 4 ½ y de agua 36.

Mézclense íntimamente el bicromato de potasa y la salicina, despues se diluyen en ⅔ de agua: estando el todo bien agitado en la retorta, se añade ácido sulfúrico con ⅓ de su peso de agua; hay elevacion de temperatura , se desprende una corta cantidad de gas y el líquido toma color de esmeralda: cuando ha cesado el desprendimiento se coloca al fuego y se va calentando gradualmente: el vapor acuoso se lleva consigo el hidruro de salicila, que se separa despues de algunos instantes: se purifica el producto lavándole con agua y rectificándole por el cloruro de calcio. El doctor Ettling ha obtenido por este medio 50 gramos de aceite con 200 de salicina. El ácido saliciloso es un líquido inflamable, incoloro, ó muy lijeramente amarillo, tiene un sabor

ardiente y color aromático agradable; densidad, 1,1731; se solidifica á—20° (Lœwig) y hierve á 196° 5 cent.

Acido salicilico.—Se produce calentando el hidruro de salicila con un esceso de hidrato de potasa, hasta que la masa de oscura que es se vuelva blanca, lo que se efectua con desprendimiento de gas hidrógeno: el ácido salicílico se separa añadiendo un esceso de ácido hidroclórico; se le purifica por cristalizaciones seguidas; cristaliza por via seca y húmeda, como el ácido benzóico; apenas es soluble en agua fria y mucho en la caliente y alcohol; enrojece los colores vegetales y descompone los carbonatos alcalinos.

Floricina.—Se parece mucho á la salicina: ha sido descubierta por Kœninck y Stass en la corteza de la raiz del manzano, peral, guindo y ciruelo. Se la puede considerar como salicina cristalizada, mas 2 equivalentes de oxígeno: se la estrae de la corteza cortada en pedacitos por el alcohol de 80 por 100 á la temperatura de 80° cent. Concéntrese el líquido alcohólico á fin de hacer cristalizar la floricina; despues se decoloran los cristales obtenidos por el carbon animal.

Cristaliza en prismas de bases cuadradas, incoloros, sedosos, de la densidad de 1,4292, neutros, de sabor amargo y astringente, solubles en todas proporciones en agua caliente, tambien en alcohol y casi insolubles en el éter.

Estudiada la accion de la floricina sobre la luz polarizada, debe ser contada en el número de las sustancias activas; desvia á la izquierda los rayos de la luz: su poder molecular rotatorio es de—39°,98.

§ V. Nociones generales sobre la estática química de los seres orgánicos.

«Las plantas, los animales y el hombre contienen en sí materia. ¿De dónde pues procede? ¿Qué hace en sus tejidos y en los líquidos que les bañan? ¿A dónde va cuando la muerte corta los lazos por los que sus diversas partes estaban tan estrechamente unidas?» Estas son las cuestiones que Dumas ha orillado en sus lecciones de química orgánica: espondremos segun él las nociones fundamentales de la estática de los seres orgánicos. Desde largo tiempo nos han preocupado unos problemas de tanto interés, y he aquí cómo nos espresábamos en un escrito publicado doce años ha: «¿Cómo los elementos inorgánicos se organizan? ¿En qué órden se forman los principios inmediatos? ¿Por qué serie de composiciones llegan al grado mas elevado de organizacion? ¿Cuáles son los periodos, leyes y fenómenos de su descomposicion.» Procuraremos en esta obra elemental tratar someramente estas cuestiones que tanto llaman la atencion en la actualidad: principiaremos indicando los fenómenos principales de la vegetacion; despues estudiaremos los procedimientos por cuyo medio las plantas fijan el carbono, hidrógeno, oxígeno, ázoe, elementos indispensables de todo ser orgánico; y exami-

naremos en seguida los materiales que constituyen esencialmente los vegetales.

Fenomenos de la vegetacion.—«Cuando se deposita en la tierra una semilla con las debidas condiciones de humedad y temperatura, aparece la vida, que habia estado oculta por decirlo así hasta entonces, se suceden fenómenos diversos, el embrion se desarrolla y da principio la germinacion; pero es cosa notable que los primeros fenómenos no deben mirarse como actos de asimilacion, sino como una verdadera desorganizacion; los principios insolubles se hacen solubles y sirven de alimento á la nueva planta; el carbono desaparece trasformándose en ácido carbónico, combustion verdadera con desprendimiento de calor, como si el jóven embrion tuviese necesidad de calórico para preservar su delicadeza de los ataques de los agentes esternos: así el primer paso en la vida vegetal es una combustion de alimentos reunidos por una prevision admirable al rededor del gérmen. La escena no tarda en cambiar: la nueva planta crece, el tallo se eleva y produce hojas, flores y frutos. Si se examina cómo estos maravillosos resultados han podido producirse, se ve que es por la fijacion del carbono, hidrógeno, oxígeno, ázoe y cenizas. Veamos al presente cómo han sido atraidos por la nueva planta estos elementos, y cuáles son los productos que resultan.

Fijacion del carbono.—«Priestley ha sido el primero que ha reconocido que las hojas tenian la propiedad de mejorar el aire viciado por la combustion ó respiracion; mas no ha llegado á penetrar la causa de este fenómeno. Senebier ha descubierto que las hojas descomponian el ácido carbónico, apropiándose su carbono y eliminando su oxígeno; ha observado que las hojas frescas espuestas al sol en agua de manantial, ó lijeramente impregnada de ácido carbónico, producian oxígeno durante el tiempo que permanecia este ácido en el agua; ha visto que cuando se acababa dicho gas y se ponian las hojas en agua destilada, no producian una cantidad mayor que la que podia estar interpuesta en su propio volúmen.

»Estos esperimentos y otros muchos prueban que el carbono proviene esencialmente del ácido carbónico, ya porque haya sido robado al del aire, ó ya porque provenga de aquella otra parte de ácido carbónico que la descomposicion de los abonos desarrolla sin cesar en contacto con las raices; pero principalmente es del aire de donde las plantas sacan su carbono. ¿Cómo podria ser de otro modo viendo la enorme cantidad de carbono que los árboles seculares han sabido apropiarse, no obstante el espacio tan limitado en que sus raices han podido estenderse? Seguramente cuando ha germinado la bellota que ha producido hace cien años la encina que admiramos al presente, el terreno en que cayó no contenia la millonésima parte del carbon que la encina misma contiene hoy dia. Es, pues, el ácido carbónico del aire quien ha suministrado lo demás, es decir, la masa casi entera.

»Todas las plantas fijan el carbono, todas se lo quitan al ácido carbónico, ya le absorban las hojas directamente del aire, ya las raices le saquen en la tierra de las aguas llovidas impregnadas de ácido carbónico, ó ya los abonos descomponiéndose en el suelo le suministren y las raices se apoderen de él para trasportarle á las hojas: todos estos resultados se prueban fácilmente. Boussingault ha visto que las hojas de cepas encerradas en un balon absorbian todo el ácido carbónico del aire que se dirigia al través de este vaso, por rápida que fuese la corriente.

»Si las raices sacan en el suelo este ácido carbónico, si este pasa al tallo y de aquí á las hojas, acaba por exhalarse en la atmósfera sin alteracion no interviniendo alguna nueva fuerza; tal es el caso de las plantas que vegetan á la sombra ó en la noche: el ácido carbónico del suelo pasa por sus tejidos y se esparce en el aire; durante la noche dicen que las plantas producen ácido carbónico; mejor dirian que dan paso al que absorben del suelo; pero si este ácido carbónico procedente del suelo ó tomado en la atmósfera se encuentra en contacto con las hojas ó partes verdes, interviniendo la luz solar, entonces la escena cambia de repente: el ácido carbónico desaparece, las burbujas delgadas de oxígeno se desarrollan sobre todos los puntos de las hojas, y el carbono se fija en los tejidos de las plantas.

»Cosa bien digna de interés es por cierto que estas partes verdes de las plantas, las únicas que hasta aquí pueden manifestar el admirable fenómeno de la descomposicion del ácido carbónico, estan tambien dotadas de una propiedad no menos especial y misteriosa: en efecto, viniéndose á trasportar su imágen en el aparato de Daguerre, estas partes verdes no se encuentran representadas en él como si todos los rayos químicos, esenciales á los fenómenos del daguerreotipo, hubiesen desaparecido en la hoja, absorbidos y retenidos por ella.

»Los rayos químicos de la luz desaparecen enteramente en las partes verdes de las plantas, absorcion estraordinaria sin duda, pero que esplica fácilmente el enorme gasto de fuerza química necesaria á la descomposicion de un cuerpo tan estable como el ácido carbónico.»

Veamos cómo se esplica el mas ilustre de los químicos, Lavoisier, hablando de estos curiosos fenómenos. «Los esperimentos que se han hecho sobre la vegetacion dan tambien márgen á creer que la luz se combina con algunas partes de las plantas, y que á esta combinacion es debido el color verde de las hojas y la diversidad de colores de las flores; á lo menos es cierto que las plantas que crecen en la oscuridad se marchitan pronto, son absolutamente blancas, estan en un estado de languidez y padecimiento, teniendo necesidad para recobrar su vigor natural y colorearse de la fuerza inmediata de la luz.

»Alguna cosa semejante á esta se observa en los mismos animales: los hombres, las mujeres y los niños se marchitan hasta cierto punto en los trabajos sedentarios de las manufacturas, en las habitaciones cerradas, en las calles estrechas de las pobla-

ciones; y al contrario se desarrollan, adquieren mas fuerza y vida en la mayor parte de las ocupaciones camprestres y en los trabajos que se hacen al aire libre.

»La organizacion, el sentimiento, el movimiento espontáneo y la vida no existen sino en la superficie de la tierra y en los parajes espuestos á la luz : se diria que la fábula del hacha de Prometeo era la espresion de una verdad filosófica que no se habia ocultado á los antiguos. Sin la luz la naturaleza carecia de vida, estaba muerta é inanimada : un Dios benéfico creando la luz ha esparcido por la superficie de la tierra la organizacion, la sensibilidad y el pensamiento.»

Examinemos al presente el papel que representa el carbono que la planta ha fijado por la descomposicion del gas ácido carbónico, siendo tambien Dumas quien nos va á servir de guia. Si se descomponen doce moléculas de ácido carbónico y abandonan su oxígeno, resultarán 12 de carbono, que con 10 de agua podrán constituir, ya sea el tejido celular, ya el leñoso, ó ya el almidon y la destrina que de él se deriva: así en una planta cualquiera, la masa casi entera del armazon, formada como está del tejido celular, leñoso, almidon y materias gomosas, se representará por 12 moléculas de carbon unidas á 12 de agua.

«El leñoso , insoluble en el agua , el almidon que forma engrudo en el agua hirviendo , y la destrina que se disuelve tan bien en caliente como fria, constituyen, pues, como ha probado Payen, tres cuerpos dotados exactamente de la misma composicion, pero variados por un arreglo molecular diferente.

»De este modo con los mismos elementos , con las mismas proporciones la naturaleza vegetal produce las paredes insolubles de las celdillas, del tejido celular y vascular , ó bien el almidon que reune como alimento al rededor de las yemas y embriones, ó la destrina soluble que la savia puede trasportar de una parte á otra para las necesidades de la planta · admirable fecundidad que sabe del mismo cuerpo hacer otros tres distintos y que permite mudarles el ser al uno y al otro con el mas corto gasto de fuerza, todas las veces que la ocasion lo exige.

»Tambien es por medio del carbono unido al agua que se efectua la produccion de las materias azucaradas, tan frecuentemente depositadas en los organos de las plantas para las necesidades especiales: 12 moléculas de carbono y 11 de agua forman el azúcar de caña; 12 de carbono y 14 de agua la de uva.»

Vamos ahora á examinar los caracteres, propiedades y usos de estos productos importantes que el vegetal ha formado por la fijacion del carbono.

Sustancias neutras ternarias en las cuales el oxigeno y el hidrogeno estan en las proporciones convenientes para formar agua ó en relaciones muy inmediatas.—Llamamos á estas sustancias indiferentes, porque se combinan tan pronto con los ácidos como con las bases, y las combinaciones se efectuan en virtud de muy débiles afinidades. La composicion de estas materias presenta la mayor analogía; siempre carbono, hidró-

geno y oxígeno. Berzelius dice que la composicion en centésimas de la goma, almidon, leñoso y azúcar, presenta tanta semejanza, que apenas esceden las diferencias en los resultados analíticos al valor de las faltas de observaciones en las análisis medianamente hechas: se ve, pues, que la colocacion de los átomos de estos cuerpos influye singularmente sobre la propiedad de los compuestos. Descomponiendo por el fuego las materias de este grupo dan todas agua, ácido acético, aceite empireumático, gases combustibles, y por residuo un carbon esponjoso.

Este grupo de sustancias es uno de los mas interesantes de la química orgánica, pues los productos que contiene forman la base de todos los vegetales, y representan un gran papel en la nutricion de estos cuerpos. Muchas de estas sustancias se emplean en medicina ó en las artes, y forman la base de las sustancias alimenticias mas comunes. Se pueden dividir en tres grupos naturales: 1.° gomas; 2.° tejidos leñosos y almidones, y 3.° azúcares.

GOMAS.—El género *goma* está caracterizado por las propiedades que tienen las especies que le componen: 1.° el no ser cristalizables, y 2.° el dar ácido múcico cuando se les trata por el nítrico, y suministrar difícilmente azúcar de uva por el ácido sulfúrico. El género goma contiene cuatro especies: la *arabina*, *basorina*, *cerasina* y *pectina*.

Arabina.—Es el principio inmediato que constituye casi la totalidad de la goma arábiga; es incolora, insípida, inodora y trasparente; desecada, su fractura es vítrea, entonces es friable: calentada entre 150 á 200° se reblandece y se saca en hilo húmedo; su corte es córneo. Puede acidificarse despues de muchos meses al contacto del aire húmedo, y es inalterable al seco; insoluble en alcohol y éter, incristalizable, no sufre la fermentacion alcohólica, es soluble en agua, por decirlo así, en todas proporciones, mientras que la viscosidad de la disolucion permite disolverla: cuando la disolucion contiene mas de 0,17 de arabina no filtra en frio: la goma se combina con las bases salificables.

El alcohol precipita la arabina de su disolucion acuosa: la arabina se combina con el óxido de plomo, y esta combinacion contiene 61,75 de arabina y 38,25 de óxido de plomo. 100 partes de arabina calentadas con 400 de ácido nítrico han dado á Guerin 18,88 del múcico y señales del oxálico. La arabina se precipita por el acetato triplúmbico y por el silicato de potasa. Lo mismo que el almidon, la solucion de arabina se coagula por otra de bórax; y este coágulo se disuelve en los ácidos libres y en el birtratrato de potasa: en esto se diferencia del mucílago vegetal. El protonitrato de mercurio precipita la disolucion de arabina. Segun Berzelius, la goma pura contiene 12 átomos de carbono, 22 de hidrógeno y 11 de oxígeno; resulta de esta fórmula que la goma y el azúcar hidratada tienen la misma composicion; pero no son isoméricas, porque el azúcar de caña contiene un átomo de agua separable, que no podemos quitar de la goma.

Basorina.—Es uno de los principios de las gomas tragacanto

y basora ; es sólida , incolora, medio trasparente, insípida , inodora , incristalizable, difícil de pulverizar, insoluble en agua fria ó caliente, pero la absorbe hinchándose considerablemente ; el alcohol no puede disolverla , ni sufre la fermentacion alcohólica. 100 partes dan con 1000 de ácido nítrico 20,61 de múcico y oxálico: tratada por el sulfúrico da una materia cristalizable, de un sabor azucarado, que no esperimenta la fermentacion alcohólica. La basorina está formada de 10 átomos de carbono, 11 de oxígeno y 22 de hidrógeno.

Cerasina.—Guerin da este nombre á la parte de la goma del país, insoluble en agua fria y que se hace soluble por una decoccion prolongada, no difiriendo entonces de la arabina, de la cual podria formar una subespecie con la misma composicion.

Casi todos los vegetales contienen una de estas especies de gomas, por lo que se encuentran en casi todas las análisis de los productos vegetales. Los árboles que las dejan exudar naturalmente pertenecen en general á la familia de las leguminosas y rosáceas.

GOMA ARABIGA.—Este producto es suministrado por diferentes especies del género *acacia: A. nilotica*, Delisle; *A. arabica*, W.; *A. Adansonii*; *A. Verek; A. gummifera*, etc. de la familia de las leguminosas. Se distinguen muchas clases; sus caracteres comunes son los mismos que hemos atribuido á la *arabina*, de la que estan en gran parte formadas.

1.° *Goma arábiga verdadera* ó *túrica*.—Se presenta en lágrimas pequeñas blancas y trasparentes que se resquebrajan al aire; es soluble en agua en toda proporcion: se recoge en la Arabia , pero que no llega á Francia sino en cortas cantidades por la via de Marsella.

2.° *Goma del Senegal.*—Es la especie mas estendida en el comercio; la hay de dos clases, la del *rio bajo* ó del *Senegal* y la del *alto* ó de *Galan:* la primera, que es la mas estimada, está en lágrimas secas, duras, no friables, redondas, ovales y vermiculadas, algo opacas y arrugadas en lo esterior, lisas y trasparentes interiormente, de color de ante pálido; sabor dulce poco azucarado. La goma de Galan se presenta en pedazos mas irregulares, alguna vez hendidos y mezclados de pedazos quebrados. Se asegura que los africanos usan frecuentemente de la goma como alimento; pero los esperimentos de Magendie nos han enseñado que la goma sola no puede servir por mucho tiempo de sustento: tiene mucho uso en medicina, pues es una sustancia mucilaginosa calmante ; es mas bien un alimento, un paliativo que un remedio, porque despues de su accion nutritiva no se la puede suponer otra utilidad que la que depende de la facilidad con que retiene el agua, lo que la hace servir para bañar las membranas mucosas del conducto digestivo.

Usos.—En las artes se consume la goma arábiga en la fabricacion de la tinta y betun para el calzado , en los encerados y engomados de telas, en el lustre de los tejidos, cintas, tafetanes, espesura de los colores y mordientes de los fabricantes de india-

nas: tambien sirve para hacer mas brillantes los colores sobre papel, y en la pintura en miniatura y á la aguada. Se han utilizado en Francia las gomas en la fabricacion de sombreros para preparar el fieltro.

Las pastillas de azufáifas, altea, etc., no son sino mezclas de goma y azúcar convenientemente aromatizadas.

GOMA TRAGACANTO.—Este producto exuda espontáneamente de la corteza de muchos arbolillos de la familia de las leguminosas, *Astragalus verus*, *A. gummifer*, *A. creticus*, etc. Se presenta en tiras ó en hilos delgados contorneados ó vermiculados; su propiedad esencial es hincharse considerablemente en el agua y formar un mucílago espeso y muy tenaz absorbiendo una gran cantidad de este líquido: se encuentran en el comercio dos clases; la una en filetes ó cintas delgadas ó vermiculadas, con mas frecuencia amarillas que blancas, y viene de Morea; la otra de Esmirna, que son unas placas blancas bastante anchas, señaladas de prominencias, arqueadas ó concéntricas.

La goma tragacanto, así como la arábiga, se puede emplear como calmante; proporciona un mucílago mucho mas persistente que puede ser útil por la gran cantidad de agua que contiene.

Pectina.—Es el principio que da á los frutos ácidos la propiedad de formar jaleas: se la conoce con el nombre de *jalea vegetal:* para prepararla se la precipita del zumo de las grosellas, añadiendo un esceso de alcohol, bajo la forma de una jalea trasparente; se la prensa gradualmente, y se la lava con alcohol débil, despues se la deseca. Desecada, se presenta en fragmentos trasparentes; mezclada con 100 partes de agua, acaba por absorberla, dando una jalea trasparente de consistencia fuerte. La pectina es insípida, inodora, sin accion sobre el tornasol, insoluble en el alcohol: echando un ácido en una disolucion de pectina, esta sustancia no sufre cambio alguno real; pero es cosa bien digna de notarse que se encuentra trasformada de repente en ácido péctico bajo la influencia de la mas lijera huella de un óxido alcalino: cuando despues de haber añadido al zumo de grosellas diluido en agua y filtrado un poco de potasa ó sosa, que no enturbia nada la trasparencia, se le mezcla un corto esceso de ácido sulfúrico, entonces se produce un abundante precipitado gelatinoso del péctico. Si la cantidad de potasa ó sosa fuese suficiente, el ácido péctico se depositaria al instante en estado de subpectato. El carbonato de potasa puede como la misma potasa trasformar la pectina en ácido péctico. El carbonato de amoníaco ni tampoco el amoníaco concentrado poseen esta propiedad. La pectina, lo mismo que el ácido péctico, estan compuestos de oxígeno, hidrógeno y carbono sin ázoe: se convierte igualmente en ácido múcico por la influencia del nítrico.

ACIDO PECTICO.—Este ácido entrevisto al principio por Payen, fue descubierto por Braconnot, y despues estudiado por Vauquelin: su nombre se deriva de una voz griega que indica su consistencia gelatinosa; este ácido ó la pectina existe en los mas de los vegetales ó sus partes, tales como las raices, los leños,

cortezas y frutos; bajo este punto de vista es importante el estudiarle.

Procedimiento de Vauquelin, que es el mejor y mas económico: se toman zanahorias raspadas, esprimidas y bien lavadas: se hace un caldo claro con el residuo de ellas y con agua que contenga 5 por 100 de carbonato de sosa: se somete á la ebulicion por espacio de un cuarto de hora: se cuela con espresion, añadiendo al liquido una disolucion de cloruro de calcio: se forma por doble descomposicion pectato de cal insoluble; se lava con agua acidulada con ácido hidroclórico; se le hace hervir con agua pura, y el precipitado gelatinoso es el ácido péctico hidratado.

Se le puede estraer del residuo de las grosellas que han servido para preparar el zumo, tratándole durante algunas horas por el agua acidulada con el ácido hidroclórico, para descomponer los pectatos: se lava con agua destilada, se pone despues al frio con agua bastante amoniacal para que quede un lijero esceso de amoniaco no saturado: se cuela y descompone la solucion del pectato de amoníaco por el ácido hidroclórico: basta lavarle para obtener el ácido péctico casi puro. El ácido péctico hidratado se presenta en forma de una gelatina trasparente; es incolora y tiene poco sabor; enrojece el tornasol y es estremadamente poco soluble en agua fria ó caliente: todas las disoluciones metálicas, el agua de cal, barita y estronciana forman con él pectatos insolubles; los forma solubles con la potasa, sosa y amoníaco: todos los otros son insolubles, porque pueden prepararse por doble descomposicion: por esta misma razon pueden emplearse con buen éxito las soluciones de un pectato alcalino para neutralizar los venenos á base metálica. El ácido péctico se presenta en hojas trasparentes, incoloras, inodoras, poco sápidas é incristalizables. El ácido nitrico convierte al péctico en múcico: este carácter le acerca á las gomas; segun esto se puede decir que el leñoso es al azúcar lo que el ácido péctico á las gomas.

Usos.—Braconnot ha recomendado el ácido péctico para la preparacion de las jaleas vegetales; mas los ensayos intentados despues no le han sido tan felices: resultan casi siempre jaleas poco unidas, y compuestas de grumos mal formados; para preparar estas jaleas se emplea un pectato alcalino; es preferible el de amoníaco: se las obtiene derramando algunas gotas de amoníaco sobre el ácido péctico gelatinoso; se liquida, se le evapora en la estufa; esto es un pectato con esceso de ácido. Para preparar las jaleas, se disuelve en agua este pectato, añadiendo azúcar y un aroma, y se le da la consistencia gelatinosa por la adicion de una corta cantidad de ácido clorhídrico diluido.

Genero leñoso.—Se caracteriza por la propiedad que tienen las especies que le componen de dar azúcar de uva cuando se les trata convenientemente por el ácido sulfúrico, y siendo por el nítrico, oxálico sin nada de múcico; se compone de dos especies principales: 1.° leñoso, y 2.° almidon: ya se ha dado en otro lugar la composicion de estos cuerpos.

Leñoso.—*Fibra vegetal celulosa.*—Es de todos los principios inmediatos vegetales el mas abundante y estendido. Se encuentra en todas las partes del vegetal, constituyendo la fibra propiamente dicha: entra 95 por 100 en la composicion de la madera. Se considera como leñoso la sustancia que queda insoluble cuando se apura una planta ó una parte vegetal por el éter, alcohol, agua, los ácidos débiles y los álcalis cáusticos en solucion bastante dilatada para disolver las materias estrañas sin atacar el leñoso.

Dutrochet ha probado que la parte leñosa de los árboles está compuesta de pequeños tubos fusiformes, que ha llamado *clostros*, y estan llenos de diversas materias segun las especies de vegetales. El peso específico de la madera *exenta de aire* varía de 1,46, peso de la madera de abeto, á 1,53, que es el peso de la de encina y haya. El leñoso se destruye por la influencia simultánea del aire, del agua y la luz; sometido á la accion del cloro se vuelve blanco de nieve, pero no se disuelve. El ácido sulfúrico en frio le trasforma en una materia que presenta la mayor analogía con el almidon modificado soluble, conocido con el nombre de *destrina*, y solo difiere verdaderamente por la propiedad de no ser coloreada por el iodo; si se mezcla la masa soluble con agua y se hace hervir el leñoso, se convierte en azúcar de uva: si se le calienta con una mezcla de ácido sulfúrico concentrado y serrin de madera, se desprende gas ácido sulfuroso, y la masa se pone negra. El ácido nítrico concentrado amarillea la madera y destruye despues de algun tiempo su coherencia, de modo que se reduce á una masa pulverulenta, que concluye por disolverse convirtiéndose en ácido oxálico: por la ebullicion del hidroclórico concentrado se altera la madera, el ácido toma color al principio rojo, despues pardo, y la madera se ennegrece sin hacerse soluble en el ácido ni en agua; despues desecándola arde con llama. Los álcalis cáusticos en solucion dilatada ejercen muy débil accion sobre ella; pero si se calienta el serrin con un peso igual de hidrato de potasa en disolucion concentrada, hasta que la masa se disuelva en un líquido homogéneo, en cuyo esperimento se hincha la masa y desprende un agua dotada de olor empireumático, se obtiene despues del enfriamiento una disolucion negruzca que contiene ácido oxálico y acético, y de la cual los ácidos precipitan una sustancia que tiene la mayor analogía con el estracto de estiércol, ó con la sustancia que se disuelve cuando se trata el hollin por un álcali. La madera sometida á este tratamiento se disuelve casi sin dejar residuo: si se calienta la mezcla de serrin y potasa al abrigo del contacto del aire, por ejemplo en una retorta, la masa toma color amarillo, y forma con el agua hervida una disolucion amarilla que absorbe el oxígeno del aire.

Almidon.—Se llama *almidon* ó *fécula amilácea* una materia blanca y brillante, que se precipita del zumo de un gran número de vegetales. Raspail ha demostrado que cada grano de almidon debia ser considerado como un órgano: está formado de un te-

gumento que contiene un solo principio inmediato, la *almidona*, cuya testura es orgánica y menos compacta á medida que se acerca al centro, y el tegumento mismo puede ser considerado como una capa estensa mas concreta que las otras.

El almidon se encuentra en una multitud de vegetales; particularmente en los tallos subterráneos ó rizomas está en gran proporcion, en donde forma algunas veces una cantidad considerable; le encontramos en los tallos de las palmeras, y constituye la mayor parte de muchas semillas; en todas las plantas tiene propiedades comunes y no forma mas que una sola especie, pero presenta tambien en cada vegetal diferencias que permiten distinguirle. Planche ha visto que un vaso que contiene 1000 partes de agua, puede contener 800 de fécula de patata, 794 de la de trigo y 584 de repónchigo negro.

El almidon no tiene olor ni sabor; es un polvo blanco, brillante, insoluble en alcohol, éter, aceites fijos y volátiles, y en el agua fria; hirviendo le convierte en una jalea conocida con el nombre de *engrudo;* esta jalea tratada de 10 á 60° por la cebada fermentada, se hace fluida, y el almidon se trasforma en un principio soluble llamado *destrina*, que tiene la misma composicion que él, y despues en azúcar: esta misma trasformacion se efectua por una ebullicion sostenida de agua acidulada con ácido sulfúrico; en fin el carácter mas notable del almidon cuando no está alterado, consiste en un hermoso color azul que da con el iodo.

Diastasa.—Así se llama el cuerpo contenido en la cebada fermentada, que obra sobre el almidon: muchas materias azoadas, como la levadura, el glúten, la albúmina y fibrina en putrefaccion, pueden tener una accion análoga á la diastasa.

Payen ha probado que la destrina y el almidon tienen la misma composicion, y sin embargo no son idénticas entre sí: aparentan á la verdad reunir las condiciones de igual estado, porque ofrecen á un mismo tiempo las mismas relaciones entre sus átomos constituyentes y fenómenos muy diversos bajo la influencia de numerosos agentes: estos fenémenos no demuestran propiedades inherentes á una combinacion molecular; dependen mas bien de la forma y agregacion de las partículas.

El almidon, siempre químicamente idéntico, mas segregado por diferentes vegetales, presenta volúmenes y grados de cohesion muy diversos. Sometido á sencillas adiciones mecánicas, produce con el agua, alcohol, la potasa, el iodo, el tanino, las sales, etc., una multitud de reacciones diferentes: dividido aun mas por los ácidos poderosos, álcalis cáusticos, el calor ó la diastasa, produce entonces gradualmente fenómenos nuevos con los mismos reactivos; de repente su disolucion completa parece haber concluido con sus propiedades características; no se obtienen ya ni coloraciones ni precipitados por ninguno de los agentes empleados hasta allí con buen resultado para ocasionarlas; sin embargo, su composicion íntima no ha variado, y valiéndose de medios convenientes se obtienen con las bases combinacio-

nes definidas semejantes, de donde se deduce un mismo peso atómico.

Usos.—El almidon tiene aplicaciones de la mayor importancia: incorporado con materias azoadas ó cuerpos crasos constituye la base de nuestro sustento; sirve en la fabricacion del azúcar de fécula: el almidon de trigo se emplea especialmente en las fábricas de indianas para espesar los mordientes, á los que da mas consistencia que la goma: se usa en union de la fécula de patata para dar mas lustre y cierta firmeza á las telas de lino, de cáñamo y de algodon; en otro tiempo se consumia muy grande cantidad de almidon fino para echarse polvos en los cabellos; pero esta es hoy dia la menor de sus aplicaciones: los confiteros lo gastan diariamente para la elaboracion de los anises; en fin, con *engrudo* es el aderezo que las lavanderas dan á la ropa blanca, encajes, etc.

Bajo el punto de vista económico y médico igual es emplear el almidon producido por una planta que por otra: mas no obstante es indudable que cualquiera que sean las precauciones que se han tomado para preparar las féculas de diferentes plantas, dan siempre con agua hirviendo jaleas, que tienen un olor y sabor muy distintos. Este olor particular es muchas veces escitado por la ebullicion de la gelatina en ácido sulfúrico, tanto que yo miro este carácter muy importante para distinguir las féculas unas de otras, cuando se tiene costumbre de ello, ó tratándolas comparativamente.

Almidon de trigo.—Glóbulos esféricos y de tamaño muy variable: en el comercio se obtiene haciendo fermentar harinas averiadas de cereales: dilatándolas en suficiente cantidad de agua el glúten y azúcar fermentan haciéndose solubles, y su solucion forma el *agua agria* de los almidoneros: el almidon se precipita, se lava y hace secar, tomando en la desecacion la forma de unas especies de prismas cuadrangulares irregulares, y se le llama entonces *en agujas*: en vez de destruir el glúten para obtener el almidon, Martin separa este producto interesante que ha recibido importantes aplicaciones.

Arrow-root.—Es una fécula producida por la *maranta indica* ó *arundinacea* de la familia de las *amomeas*, cultivadas en las Antillas: esta fécula es menos blanca que la de trigo, lo que la hace mas trasparente; granos mas gruesos que el almidon y no tan perfectamente esféricos como ellos. Un gran número de estos granos observados con el microscopio parecen cortados por un plano paralelo pasando por el centro: su gelatina es inodora ó con un lijero gusto á galanga: estos caracteres la distinguen completamente de la de patatas con la que se la falsifica.

Fécula de patatas.—Se prepara raspando las patatas bien lavadas; se echa sobre un tamiz el zumo que sale, despues se le deja en reposo; la fécula se precipita; se hace secar á la sombra este precipitado, se le pulveriza y guarda en vasos bien tapados: tiene siempre apariencia cristalina: sus granos son mas gruesos que los de trigo: se la reconoce por el olor que da su engrudo her-

vido con ácido sulfúrico. La fécula es la base de las sopas restaurantes; es tambien ventajosa, porque se vende mas barato que las otras féculas: tiene mucho uso en la fabricacion del azúcar y jarabe de fécula.

Fécula de manioc (casave y tapioca).—La *jatropha* ó *janipha manihot*, de la familia de las euforbiáceas, es un arbolillo cuya raiz voluminosa contiene un principio venenoso que se destruye por el fuego ó la fermentacion, y una gran cantidad de fécula; la raiz rallada, esprimida y secada al fuego, toma el nombre de *harina de manioc*, y se conoce con el de *casave* la fécula que ha sido arrastrada con el zumo, y bien lavada y secada al aire: la *tapioca* es el mismo producto secado en placas calientes, cocido y aglomerado en grumos irregulares y un poco elásticos; forma con el agua hirviendo un engrudo que ofrece un carácter particular de trasparencia y viscosidad. El principio venenoso que acompaña á esta fécula es, segun los esperimentos de Boutron y Henry, el ácido cianhídrico. Esta fécula es la base del alimento de muchos paises intertropicales.

Sagú.—Se prepara en las Molucas con la medula del *sagus furinaria*, de la familia de las palmáceas, que crece en muchas de aquellas islas. Cuando las hojas del árbol se cubren de una eflorescencia farinácea, se le tira al suelo, se corta su tallo en trozos, se separa la medula, que se aplasta despues en el agua; se hace secar la fécula, que es entonces blanca y pulverulenta; para dar al sagú la forma que se le conoce los moluqueses lo hacen pasar por una chapa agujereada, despues lo desecan sobre placas calientes: tal como lo espende el comercio, se presenta en granos redondeados, de un color gris rojizo, duros, elásticos, sin olor y con sabor empalagoso dulzáino; insoluble en agua fria; se infla en la que está hirviendo, y se hace trasparente sin cambiar de forma.

Observacion general.—Si al presente echamos una mirada sobre las sustancias que acabamos de estudiar, vemos que el género goma y leñoso presentan notable semejanza cuando se comparan las especies; así la *celular* corresponde por su completa insolubilidad al *ácido péctico*: el *almidon* por la facultad que posee de trasformarse en productos diversos, á la *pectina*; y en fin, la *arabina* corresponde positivamente con la *destrina*.

AZUCARES.—Se da el nombre de azúcar á cuerpos que tienen un sabor dulce y azucarado, fácilmente solubles en agua, y que se trasforman por la fermentacion en ácido carbónico y alcohol. En los vegetales se encuentran dos especies principales de azúcar: 1.° la de caña, y 2.° la de uva.

Los esperimentos de Pelouze han probado que no existe naturalmente en las plantas el azúcar incristalizable y que se forma por la alteracion de la cristalizable.

Los azúcares son de bastante alimento, pero no pueden sustituir por mucho tiempo á un sustento azoado; se las tiene por ardientes, pero es una preocupacion vulgar.

AZUCAR DE CAÑA.—*Historia.*—Esta materia de un uso tan gene-

ralmente esparcido parece haber sido desconocida en Europa hasta las guerras de Alejandro Magno, y entonces se usaba casi únicamente en medicina : su uso se estendió desde el tiempo de las cruzadas por el comercio de Venecia; pero no se generalizó hasta despues del descubrimiento de América y de las plantaciones hechas en aquel país.

El azúcar de caña ha recibido este nombre porque se encuentra en gran cantidad en la caña dulce (*saccharum officinarum*) que nos proporciona la mayor parte ; pero tambien se halla en muchos arces y particularmente en el *acer saccharinum* y en las raices de las remolachas *(beta vulgaris, var. altissima).*

Estraccion del azúcar de caña.—La caña dulce se cultiva en grande en los paises de Asia y América, situados en las inmediaciones del Ecuador: estando las cañas maduras se las corta por el pie, se esprime el zumo haciéndolas pasar entre tres cilindros de bronce, de modo que pasen al principio entre el superior y el del medio, despues entre este último y el inferior: el zumo que escurre se recoge en vasos. Todos los zumos vegetales azúcarados tienden á padecer una descomposicion particular desde que se les pone en contacto con el aire; esta descomposicion conocida generalmente con el nombre de *fermentacion alcohólica* ó *vinosa* principia tanto mas pronto, cuanto mas elevada es la temperatura del ambiente; se da, pues, prisa á estraer el zumo y se le mezcla en proporcion conveniente con el hidrato de cal, siendo el cálculo ordinario para 800 partes de zumo 1 de cal; se calienta despues esta mezcla en una caldera hasta 60°. El glúten y la albúmina se combinan con la cal y vienen á nadar á la superficie, donde forman una masa coherente; se trasiega el líquido y se concentra por ebullicion, teniendo cuidado de quitar la espuma que se forma: cuando ha llegado el líquido al grado de consistencia que se le quiere dar, se le echa en un recipiente plano donde se le deja enfriar, y antes de estar del todo frio se le traslada á unas cubas cuyo fondo está lleno de agujeros que se tienen tapados; despues de haberle dejado reposar por 24 horas, se le agita fuertemente con un palo, á fin de acelerar la cristalizacion del azúcar, y queda terminada despues de seis horas: se destapan entonces los agujeros y se deja correr el jarabe no cristalizado, que da por la evaporacion una nueva cantidad. El azúcar bien escurrida está llena de granos, es amarillenta, lijeramente aglutinante, se la pone á secar al sol, se la coloca en barricas ó cajas y se introduce en el comercio. En este estado se la llama *cogucho, azúcar en pan ó en bruto.* El jarabe que se resiste á la cristalizacion es negro y viscoso; pero goza aun de sabor muy azucarado; se le da el nombre de *melaza* y sirve para fabricar el *ron* haciéndole fermentar.

Estraccion del azúcar de remolacha.—Margraff habia estraido azúcar de muchas raices y particularmente de las remolachas: Achard fue el que ensayó de estraerla en grande, pero esta industria no tomó impulso hasta el sistema continental, bajo el ministerio de Chaptal. Los procedimientos de estraccion se han

modificado despues: puede hoy dia soportar la competencia del azúcar de caña, si bien se ha cargado un impuesto de unos 24 millones de reales sobre la produccion de azúcar indígena. Los departamentos del Norte tienen muchas fábricas de la de remolacha muy florecientes que dan al comercio 70 millones de libras de azúcar basta. Hé aquí reasumido el modo de preparacion del azúcar de remolacha generalmente empleado: se ralla la remolacha, se la somete á la accion enérgica de una prensa hidráulica y se obtiene de 68 á 73 por 100 de zumo: hay que esperar en este punto una gran perfeccion, puesto que 100 gramos de pulpa fuertemente esprimida, lavada y desecada dejan dos gramos de residuo. Se depura por medio de la cal, para lo cual se calienta á 80° y se mezcla por litro 2½ de cal apagada y diluida en 18 gramos de agua; se agita la mezcla y cuando ha llegado á la temperatura de 100° se apaga el fuego y se deja la masa que se aclare: la proporcion de cal varía alguna vez. Cuando las remolachas estan muy sanas y la proporcion de cal es conveniente, se hace bien la defecacion; el zumo perfectamente decolorado y limpio se separa fácilmente de los posos y espumas: se saca el líquido claro, se evapora el todo con la rapidez posible hasta que el líquido tenga una densidad de 1,035 á 1,04; se continúa la evaporacion, se añade carbon animal en granos bien calcinados en la proporcion de 0,04 del peso del zumo, y cuando el líquido ha llegado á una densidad de 1,12 y 1,13, se le filtra por una tela de lana; se facilita en algunos establecimientos la filtracion clarificando antes el zumo con sangre de buey: se evapora despues con la mayor rapidez en calderas anchas, teniendo cuidado de igualar el calor á fin de que la ebullicion sea por todas partes uniforme. El jarabe suficientemente concentrado se echa en una enfriadera, y cuando no señala mas que cerca de 40°, se le echa en grandes vasijas de tierra de figura cónica, humedecidas y atravesadas en su vértice de un agujero que se mantiene cerrado con un tapon de lienzo. Despues de algunos dias queda terminada la cristalizacion; se saca entonces el jarabe incristalizable. Llenando exactamente todas las condiciones indispensables se obtiene, segun Blanquet, 5 por 100 de buena azúcar, 2½ de melaza; pero si la remolacha está mas ó menos alterada, si ha vegetado en un terreno beneficiado con una proporcion escesiva de abono, entonces la operacion sigue una marcha muy irregular; una mala defecacion no deja ya certeza sobre el buen método de alguna de las operaciones, y lo mas notable es que la accion decolorante del carbon es casi nula: las condiciones capitales de una buena fabricacion son, pues, la conservacion de las raices y el buen éxito de la defecacion; pero desgraciadamente estas condiciones son problemas por resolver.

Pelouze ha visto que contra la opinion admitida, las remolachas no contenian nada de azúcar incristalizable y que este último resultado era siempre efecto de la descomposicion de la cristalizable durante la fabricacion; despues ha determinado las can-

tidades de azúcar contenidas en muchas especies de remolachas, y ha deducido que debian contener ordinariamente 0,10 de azúcar cristalizable, y sin embargo no se obtienen mas que 0,05 en las mas felices operaciones.

Refinamiento del azúcar de caña ó de remolachas.—He aquí el procedimiento generalmente seguido: se disuelve el azúcar en agua de cal ó en la comun por medio del calor; y cuando la disolucion está á 65° se añade carbon animal en polvo fino, procedente de las fábricas de sal amoniaco, ó de la destilacion seca de los huesos; se emplea desde 4 hasta 14 por 100 del peso de azúcar; se calienta la mezcla hasta la ebullicion, que durará una hora; pasada la cual se filtra el líquido hirviendo por una tela de lana: cuando el líquido filtrado ha bajado á 40° se le mezcla con clara de huevo bien dilatada en agua; 40 de estas son suficientes para 1000 libras de azúcar: se calienta de nuevo hasta la ebullicion; despues se apaga el fuego. La clara de huevo se coagula y viene á nadar á la superficie, de donde se la separa, despues de haber dejado reposar el líquido por espacio de tres cuartos de hora. El jarabe así clarificado se concentra por ebullicion hasta bastante consistencia, y se le echa despues en las enfriaderas y luego en las vasijas.

En vez de la clara de huevo se emplea generalmente en las grandes poblaciones la sangre de buey: algunas veces en lugar de añadir el carbon animal, se filtra el jarabe hirviendo por filtros dispuestos con el negro animal granulado: se le calienta generalmente por medio del vapor, pudiéndose de este modo dirigir mucho mejor la accion del calor y con auxilio de llaves detenerle ó moderarle segun se quiera. Para evaporar el jarabe, considerando Howard los inconvenientes del calor que se eleva á 110° y que hace incristalizable una parte del azúcar, ha propuesto evaporarla en el vacío, cuya práctica suministra los mas felices resultados.

Propiedades.—El azúcar de caña cristaliza en prismas oblicuos de cuatro lados terminados por dos caras; su densidad es 1,605; fosforescente por frotamiento en la oscuridad: calentada hasta fundirse no disminuye de peso; sin embargo retiene agua combinada, la cual llega á 5,33 por 100 y abandona el azúcar uniéndola con el óxido de plomo. Por destilacion seca el azúcar da agua ácida mezclada con aceite empireumático y una mezcla de 3 partes de gas carburo de hidrógeno, gas hidrógeno y óxido de carbono, con una de ácido carbónico. El azúcar se disuelve en toda proporcion en el agua; la disolucion de una parte de azúcar en media de agua constituye el *jarabe simple*: El alcohol la disuelve con tanta mas dificultad, cuanta menos agua tiene; la disolucion saturada al punto de ebullicion cristaliza por el enfriamiento del alcohol, sin exigir mas que 4 partes de alcohol á 0,83 para disolverse por medio de la ebullicion. El azúcar á la temperatura ordinaria es inalterable al aire aun en el estado de disolucion, siendo pura; pero cuando se la calienta por largo tiempo en disolucion acuosa concentrada, sufre nota-

bles modificaciones. Pelouze y Malagutti han anunciado que por una larga ebullicion se trasforma en azúcar de leche. Soubeiran estudiando la accion de una disolucion de azúcar sobre la luz polarizada, ha hecho muchas observaciones importantes, resultando de sus esperimentos que una disolucion de azúcar de caña, calentada al abrigo del aire y sometida á la sola influencia del calor, esperimentaba alteraciones que se sucedian con regularidad: 1.° el poder de rotacion hácia la derecha propio al azúcar de caña se disminuye mas y mas y acaba por hacerse nulo: 2.° desde este punto, el sentido de rotacion del jarabe marcha hácia la izquierda y llega al máximo, que en el esperimento donde se ha mostrado mas fuerte, se ha encontrado de—24° para el rayo amarillo medio y por una longitud de 100 milímetros: 3.° la desviacion á la izquierda baja á su vez, y el poder de rotacion vuelve á ser nulo: 4.° el jarabe toma todavía una rotacion en sentido inverso, marchando de cada vez mas á la derecha; y 5.° estos cambios son tanto mas prontos, cuanto mas concentrado está el jarabe y la temperatura mas elevada.

Si nos atenemos á las probabilidades, el azúcar ha tomado un poder de rotacion á la izquierda trasformándose en incristalizable; de aquí nace la disminucion sucesiva observada en la rotacion á la derecha, y en fin el paso y acrecentamiento en sentido inverso. Pero este azúcar incristalizable se modifica á su vez de una manera aun desconocida, y de aquí resultan el descenso del poder de rotacion hácia la izquierda y la inversion á la derecha, que se perciben en la última parte de la operacion.

El ácido nítrico concentrado convierte el azúcar en ácido oxálico; pero si está muy diluido, su accion no es menos interesante. He visto que $\frac{1}{200}$ de ácido nítrico, hervido por algunos minutos con jarabe de azúcar, le hacia incristalizable; aun se puede poner $\frac{1}{1000}$, y el azúcar pierde tambien la facultad de cristalizar si la ebullicion se prolonga algun tiempo; yo no dudo que esta causa sea una de las mas poderosas entre las que dan el ser al azúcar dicha *incristalizable*, y particularmente en la remolacha.

Los otros ácidos hacen padecer al azúcar de caña otra especie de alteracion no menos notable; cuando estan muy dilatados, á $\frac{1}{200}$ y se les hace hervir por algunos minutos con el jarabe de azúcar, se convierte en una azúcar muy parecida á la *glucosa;* pero que difiere sin embargo por caracteres bastante importantes, por lo que le he dado el nombre de *sácaro-glucosa.* Berzelius dice que con el ácido sulfúrico se forma el hiposulfúrico; pero yo jamás he observado la produccion de este ácido.

Si se aumenta la cantidad de ácido, y la proporcion no tiene necesidad de ser muy considerable, la solucion se ennegrece prontamente, depositando una materia carbonosa: este efecto lo producen tambien los ácidos vegetales; el málico y tartárico tienen una accion bastante débil, pero el oxálico se parece en esto á los ácidos inorgánicos.

Por la accion de todos los ácidos muy dilatados el azúcar de caña cristalizable se cambia: 1.° por una accion débil en incristalizable, que tiene un sabor al menos tan dulce como la cristalizada, que el carbon animal decolora completamente, el alcohol disuelve con facilidad y puede convertirse en sácaro-glucosa; 2.° por una accion algo mas prolongada se obtiene sácaro-glucosa que cristaliza, goza de un sabor mucho menos azucarado, el carbon animal decolora completamente, y el alcohol disuelve con menos facilidad que á la líquida; 3.° por una accion mas continuada el sácaro-glucosa se trasforma en una nueva azúcar incristalizable y oscura, que el carbon animal decolora con trabajo, tiene un sabor mas azucarado que el sácaro-glucosa, pero al mismo tiempo amargo, y se disuelve muy bien en el alcohol; y 4.° en fin por una accion continua ó por un ácido mas concentrado, el azúcar se convierte en *ácido úlmico.*

El catedrático Pelletan que ha enriquecido la fabricacion del azúcar indígena con tantos descubrimientos importantes, ha llegado á los mismos resultados en el exámen que ha hecho de las operaciones en grande, é inventado un aparato llamado *coniómetro,* por medio del cual se puede establecer una neutralidad perfecta en los zumos de remolacha, evitando de este modo durante la fabricacion el que se forme azúcar incristalizable.

La cal se disuelve en una solucion de azúcar en mucha mayor proporcion que en el agua, pero no la altera ni en frio, ni en caliente. Despues de su saturacion el azúcar puede cristalizar; no se combina con ninguna sal metálica; posee la propiedad notable de disolver el carbonato y subacetato de cobre, y de dar así el ser á un líquido verde, de donde no se precipita el óxido de cobre por los álcalis.

Glucosa.—*Azúcar de uva, azúcar de fécula.*—Se conoce con estos nombres el azúcar de los frutos que cristaliza en forma de coliflores, la que resulta de la trasformacion del leñoso, del almidon, ó de la caña bajo la influencia del ácido sulfúrico, la de diabetes y la parte cristalizable de la miel; el azúcar de uva se encuentra en un gran número de frutos de muchas familias.

Estraccion del azúcar de uva.—Desde el tiempo del sistema continental, muchos químicos se dedicaron á obtenerla con facilidad, y Proust fue el que con respecto á esto hizo los mejores trabajos: el zumo de la uva contiene, en los años favorables, 30 á 40 por ciento de sustancias sólidas, que consisten principalmente en azúcar, y contienen poca albúmina, tártaro, goma y materia estractiva; como es ácido se principia neutralizando por medio de la piedra de cal en polvo fino; cuando se ha aclarado

el zumo neutralizado, se trasiega, se mezcla con clara de huevo, se hierve y se espuma: teniendo el líquido hirviendo una densidad de 1,32 se le deja enfriar; al cabo de algunos dias el azúcar cristaliza en masas granujientas que se escurren y esprimen. El líquido suministra por evaporacion nueva cantidad de azúcar. Sobre 3 partes de azúcar cristalizable el zumo de la uva da una de jarabe que es imposible hacer cristalizar; para clarificarla se la trata con carbon animal.

Preparacion del azúcar que se obtiene tratando las materias vegetales por el ácido sulfúrico.—Azúcar de almidon.—Esta es una de las mas notables operaciones de la química orgánica: cambiar, trasformar almidon, madera y materia insípida en azúcar y casi peso por peso es un descubrimiento para siempre memorable de la química moderna; se debe esto á un químico ruso llamado Kirkoff, que lo descubrió en 1812. Se hace una mezcla de ácido sulfúrico y agua; se diluye en esta agua ácida ¼ de su peso de almidon de trigo puro ó de patata, y se hace hervir el todo, reemplazando el agua á medida que se evapora, hasta que deje de precipitarse una porcion del líquido mezclada con dos veces su volúmen de alcohol: el tiempo que requiere esta operacion varia en razon de la cantidad de ácido, pues con una mezcla de 100 partes de agua y una de ácido son menester de 30 á 40 horas; pero no son necesarias mas que 20 cuando se emplea 2½ de ácido por 100 de agua, y 7 á 8 conteniendo el agua $\frac{1}{10}$ de ácido: esta última proporcion parece ser la mas ventajosa cuando no se opera sobre grandes cantidades á la vez, y en caso contrario vale mas emplear 1 por 100 de ácido y hacer hervir mas tiempo: no se puede operar en calderas de cobre, y es preferible servirse de vasos de madera á los cuales se hace llegar el vapor de agua: no precipitando el alcohol mas que una parte del líquido sometido á esta prueba, se cesa de calentar y se satura el ácido libre por la piedra de cal en polvo; se filtra, se evapora el líquido filtrado hasta consistencia de jarabe poco espeso, y se abandona á sí mismo para que cristalice: despues de tres dias está ordinariamente solidificado y se presenta entonces bajo la forma de una masa amarilla y granujienta cristalina, que no retiene nada de agua madre. Si se trata el jarabe antes de concentrarle por una cantidad de carbon animal equivalente á 3 ó 4 por 100 del peso del almidon, el azúcar que cristaliza es perfectamente blanca. A la verdad la masa granujienta y amarilla toma un aspecto blanco por su reduccion á polvo; mas su disolucion conserva siempre un color amarillo parduzco.

Durante la trasformacion del almidon en azúcar, no hay ni absorcion ni desprendimiento de gas, y el resultado es el mismo operando en vaso cerrado ó al contacto del aire; el ácido no se descompone y satura despues de la operacion la misma cantidad de base que antes: este último hecho no es cierto.

Esta operacion es una de las trasformaciones mas interesantes de la química orgánica: es evidente que el almidon y el agua son los que suministran solamente los elementos del azúcar. Muchos químicos se han ocupado en la teoría de esta notable trasformacion. Teodoro Saussure, que ha analizado todos los productos que se formaban, creia que la conversion se efectuaba por una simple fijacion del agua: en efecto, los elementos de ella mas el almidon representan con corta diferencia los elementos del azúcar; ha observado que 100 de almidon daban 110 de azúcar; mas esta última tiene aun agua combinada. Yo he visto lo contrario, esto es, que la trasformacion no consistia en una simple fijacion del agua, sino en una operacion mucho mas complicada: haciendo hervir agua acidulada con ácido sulfúrico, con gelatina de almidon, el primer efecto consiste en la licuacion del producto, como cuando se emplea la cebada fermentada; los tegumentos, elevándose cuando mas de algunas centésimas, no se disuelven, y el almidon interior se convierte en *destrina*; pero si se le satura y evapora, volviendo á tratar por el agua el producto de la evaporacion, una gran parte del almidon quedará insoluble, y si al contrario, empleando 10 por 100 de ácido, se continúa la ebulicion de los líquidos durante dos horas, entonces todo el almidon pasará al estado *soluble permanente*; si á esta época se satura con cal, barita ó carbonato de plomo, no quedará en el líquido sal alguna correspondiente al hiposulfato ó vegetosulfato de Braconnot. Si se sigue la ebulicion por cinco ó seis horas, se observa un fenómeno que nadie ha echado de ver, y es que el líquido toma siempre un lijero color de ámbar, de incoloro que era: esta es una señal cierta de que se hace la trasformacion sacarina. Yo habia creido en un principio que esta coloracion que observaba constantemente, era debida al aumento de calor sobre los bordes y á la carbonizacion del producto; pero operando en baño de maría, á una temperatura constante de 100°, en vasos bien llenos, he observado siempre dicho fenómeno al tiempo de la trasformacion; si entonces se saturan los líquidos con la cal, barita ó plomo, quedará en el liquido hiposulfato ó vegetosulfato; este resultado es constante. Así la trasformacion está lejos de ser tan sencilla como se la creia: 1.° formacion de esta materia oscura, y 2.° produccion de ácido vegetosulfúrico, son dos condiciones indispensables de trasformacion que Saussure no habia notado.

Preparacion del azúcar de leñoso.—Braconnot ha descubierto que muchas sustancias vegetales del género que se distingue con el nombre comun de *leñoso*, tales como el serrin, la paja, los trapos, las cortezas de árboles en polvo, etc., poseen la propiedad de trasformarse al principio en destrina y despues en azúcar; mas para esto es menester mezclar estos cuerpos con ácido sulfúrico concentrado y dejar reposar la mezcla: se forma *destrina*, y el ácido sulfúrico padece un cambio parcial; de donde resulta otro llamado *ácido vegetosulfúrico*, sin que haya desprendimiento simultáneo de ácido carbónico ó de algun otro gas;

dilatando la masa en agua y haciéndola hervir, se forma azúcar. Braconnot prescribe preparar esta azúcar de la manera siguiente: se cortan 12 partes de trapos en pedacitos y se mezclan en un mortero agitando bien, con 17 de ácido sulfúrico concentrado, que se añade en tres veces para que no se caliente la mezcla; despues de un cuarto de hora que se ha añadido la última porcion del ácido, resulta una masa homogénea, viscosa, poco coloreada, que se la dilata en agua, haciéndola hervir por 10 horas; hecho esto, se neutraliza el ácido por el carbonato de cal, se filtra el líquido y se evapora hasta consistencia de jarabe claro, resultando el azúcar cristalizada al cabo de algunos dias en una masa granujienta que se esprime bien, se redisuelve, se hace hervir con el carbon en polvo y se evapora; se obtiene entonces azúcar pura é incolora.

Por los esperimentos de Braconnot parece se forma ácido vegetosulfúrico, cuando se trasforma el leñoso en materia soluble y en azúcar, difiriendo por este carácter del almidon; pero estos ensayos deben volverse á examinar.

Estraccion del azúcar de miel.—La miel está compuesta de una azúcar incristalizable cuya verdadera naturaleza no se conoce bien, pero que muy probablemente no es mas que azúcar de uva incristalizable por algunas materias estrañas; para estraer este azúcar incristalizable se trata la miel por el alcohol frio, que deja la cristalizable; se disuelve esta última en el alcohol hirviendo y por enfriamiento se deposita en el estado cristalino.

Azúcar de diabetes.—Se conoce con el nombre de *diabetes* ó *glucosuria* una afeccion muy grave que va acompañada de hambre devoradora y sed inestinguible, en cuya enfermedad puede arrojar el que la padece mas de 12 litros de orina en 24 horas, los cuales podrán contener unas dos libras de azúcar de fécula (glucosa). He observado constantemente en todos los diabéticos á quienes he visto, que la cantidad de azúcar contenida en las orinas estaba siempre en razon directa de la cantidad de pan ó alimentos feculentos y azucarados que habian tomado en el espacio de 24 horas. Si se disminuye la cantidad de los alimentos azucarados ó feculentos, la proporcion de orina arrojada y de azúcar contenida en ella disminuye proporcionalmente.

Suprimiendo casi totalmente el uso de estos alimentos, las orinas vuelven poco á poco á su cantidad y á su composicion normales.

La sed de los diabéticos está en razon directa de los alimentos azucarados ó feculentos que toman; he observado que por una cantidad de alimentos representada por una libra de fécula, beben ordinariamente unas seis libras de agua, arrojando de orinas casi 8 libras: si se disminuyen ó suprimen los alimentos azucarados ó feculentos, la sed sigue inmediatamente una marcha retrógrada perfectamente comparable.

La sed ardiente de que se ven atormentados los enfermos diabéticos encuentra una esplicacion del todo satisfactoria en los

resultados que ya conocemos de la accion de la diastasa sobre el almidon: para que la trasformacion del almidon en azúcar sea completa, es menester que la fécula se disuelva en cerca de siete veces su peso de agua; pues bien, un fenómeno semejante se observa en los diabéticos: para que pueda efectuarse la trasformacion del almidon en azúcar, lo que es una necesidad forzosa de su estado, son menester siete partes de agua; y hasta tanto que no han bebido dicha cantidad, estan atormentados de una sed á la que les es imposible resistir.

Propiedades.—El azúcar de uva se presenta ordinariamente en pequeñas masas medio globulosas ó glandulares, compuestas de pequeñas agujas, ó mas rara vez de láminas entrecruzadas, y muestran partes de rombóides salientes: el azúcar de uva pulverizada y aplicada á la lengua tiene un sabor picante y farináceo que pasa despues á ser débilmente azucarado y al mismo tiempo mucilaginoso cuando principia á disolverse. Son necesarias $2\frac{1}{2}$ partes mas que de azúcar de caña para dar á un determinado volúmen de agua el mismo dulzor; este acúcar contiene mucha mas agua que la de caña. Entra en fusion á los 65° y no llega á 100° ó poco mas cuando pierde 8 por 100 de su peso. El azúcar fundida forma una masa amarillenta y trasparente que atrae al principio el agua atmosférica y se liquida, y despues se convierte en una masa cristalina granujienta: por la destilacion seca da los mismos productos que la de caña; la de uva se disuelve menos bien en el agua que la de caña: exige para su disolucion 1 vez y $\frac{1}{3}$ de su peso de agua fria, y queda mucho tiempo sin disolverse aun cuando se le agite; por esta razon no se puede servir de ella para polvorear los alimentos: se disuelve con mas prontitud en todas proporciones en el agua hirviendo; pero el jarabe no llega jamás al mismo grado de consistencia que el de la de caña, y no hace tan buena hebra: la disolucion tiene un sabor mas dulce que la del azúcar, y bajo la forma de jarabe bastante dilatado para no cristalizar es mas ventajoso emplear este azúcar. La solucion acuosa de la de uva no se altera por sí sola; pero cuando se la añade levadura, el azúcar entra en fermentacion vinosa, que no se concluye sino despues de mucho tiempo; es mucho menos soluble en alcohol que la de caña; la disolucion saturada hirviendo cristaliza por enfriamiento en cristales irregulares que parecen retener alcohol combinado; porque se ha encontrado que costras cristalinas de este azúcar, que provenian de una disolucion alcohólica, y se habian guardado durante mas de 16 años, tenian todavía un sabor alcohólico muy marcado.

Los ácidos obran sobre el azúcar de uva de una manera del todo diferente que sobre la de caña: una décima de ácido sulfúrico que carboniza una disolucion de la de caña no tiene la menor accion sobre la de uva; y una centésima del nítrico que hace incristalizable el azúcar de caña, no impide de ningun modo cristalizar á la de uva: para que se destruya por los ácidos esta última, es menester que esten concentrados é hirviendo: con

una disolucion concentrada de ácido arsénico una solucion de azúcar de uva se vuelve al principio roja, despues parda : tiene menos afinidad con las bases que la de caña; sin embargo, puede combinarse con ellas perdiendo su sabor azucarado; pero presenta con las mismas una propiedad muy característica. Si se pone una disolucion de azúcar de uva con cal, esta base se combina con ella sin darla color; pero si se eleva la temperatura á 56º, se colora poco á poco y se convierte en una materia parda, amarga é incristalizable.

Vemos en estos dos azúcares propiedades contrarias muy notables: el azúcar de caña se destruye por su ebullicion con los ácidos y no lo es por las bases: la de uva por el contrario, es destruida por su ebullicion con las bases y no por los ácidos. A pesar de esta diferencia notable, estos dos principios no se pueden separar. El azúcar de caña se trasforma efectivamente en glandulosa por fuerzas sumamente débiles; la ebullicion de $\frac{1}{100}$ de ácido trasforma la de caña en azúcar de uva, y en este caso, no hay como en la trasformacion del almidon ó del leñoso en azúcar, formacion de ácido vegetosulfúrico; el ácido no pierde de ningun modo sus propiedades saturantes, no se altera en manera alguna, no cede nada al azúcar, ni hay mas que una fijacion de los elementos del agua.

Una de las propiedades mas notables del azúcar de uva es que calentada en solucion con la de caña cristalizable, se convierte al principio en azúcar incristalizable; despues por una accion mas prolongada, los dos azúcares se trasforman en la de uva cristalizable.

El azúcar de uva está compuesta como hemos dicho de 12 átomos de carbono (36,80), 28 de hidrógeno (7,01) y 14 de oxígeno (59,19).

Fijacion del hidrogeno y oxigeno.—Es indudable que las plantas asimilan el hidrógeno y el oxígeno ya sea en estado de agua, ya en proporciones diversas. Particularmente es manifiesta esta fijacion de oxígeno en la produccion de muchos ácidos orgánicos: para establecer la del hidrógeno, veamos los argumentos sobre los que se apoya Dumas. Esta asimilacion resalta claramente en la produccion de los aceites volátiles tan frecuentes en ciertas partes de las plantas, y siempre tan ricos en hidrógeno; este no puede provenir sino del agua, porque la planta no recibe otro producto hidrogenado que la misma agua.

Estos cuerpos hidrogenados á que da orígen la fijacion del hidrógeno tomado del agua, son empleados por las plantas en usos accesorios. Constituyen en efecto los aceites volátiles que sirven de defensa contra las acometidas de los insectos; aceites crasos ó grasas de que se rodea la semilla y que sirven para darla calor quemándose al tiempo de la germinacion; y ceras de que se revisten las hojas y frutos para hacerse impermeables al agua.

Fijacion del azoe.—La asimilacion del ázoe por las plantas es un hecho incontestable; pero ¿cómo se efectua esta fijacion? He aquí seguramente para mí uno de los problemas mas difíciles de resolver en el estado actual de la ciencia. Se admite generalmente hoy dia que el ázoe no llega á la planta y no se utiliza sino bajo la forma de amoníaco ó de ácido azóico; mas este principio está lejos de estar probado para mí. Los esperimentos de Boussingault prueban que ciertas plantas, tales como las cotufas, quitan al aire una gran cantidad de ázoe; y que otras, como el trigo, tienen necesidad de sacar todo su ázoe de los abonos. Esta distincion es preciosa para la agricultura, porque es evidentemente preciso en todo cultivo principiar por producir los vegetales que se asimilan el ázoe del aire, criar con su auxilio el ganado que proporciona el estiércol, y sacar partido de este último para cultivar ciertas plantas que no pueden tomar el ázoe sino en los mismos abonos.

«Uno de los mas bellos problemas de la agricultura consistirá en el arte de procurarse el ázoe á poco precio; respecto al carbono no hay que inquietarse, pues la naturaleza ha provisto á ello, siendo suficientes el aire y el agua llovediza; mas el ázoe del aire, el que el agua disuelve y arrastra consigo, las sales amoniacales que el agua de lluvia conserva, no siempre son suficientes. Para la mayor parte de las plantas de cultivo importante es menester además rodear sus raices de un abono azoado, manantial permanente de amoníaco ó ácido azóico, del que la planta se apodera á medida que se va produciendo. Esto es, como se sabe, uno de los grandes gastos de la agricultura, uno de sus mas grandes obstáculos, porque no encuentra mas que los abonos que ella misma produce.

»Examinemos al presente de qué sirve este ázoe que las plantas absorben, y del que tienen una necesidad imperiosa en ciertas épocas de su vegetacion. Las investigaciones de Payen nos lo enseñan algun tanto, porque ellas prueban que todos los órganos de la planta sin escepcion principian por ser formados de una materia azoada análoga á la fibrina, á la cual vienen á asociarse mas adelante el tejido celular, el leñoso y el mismo amiláceo: esta materia azoada, verdaderamente orígen de todas las partes de la planta, no se destruye jamás; se la encuentra siempre, por abundante que sea la materia no azoada que ha venido á interponerse entre sus propias partículas.

»Este ázoe fijado por las plantas sirve, pues, para producir una sustancia fibrosa concreta que forma el rudimento de todos los órganos del vegetal. Sirve para producir entre otras cosas la albúmina líquida que los zumos coagulables de todas las plantas guardan, y el cáseo ó caseina confundido con la albúmina, pero tan fácil de reconocer en muchas plantas.»

Albumina, caseina, fibrina, gelatina y glutina.—Estas sustancias azoadas existen en los animales y en los productos vegetales. Desempeñan un papel muy importante particularmente entre los primeros, porque ninguna parte de órgano, ningun

móvil de una funcion vital cualquiera está exento de ázoe. El animal no contiene respecto á materias no azoadas mas que el agua y la grasa; estos dos cuerpos carecen de actividad propiamente dicha, y solo son mediadores de las funciones vitales. Vamos á describir estos principios del modo que se encuentran en el reino animal, y despues los estudiaremos en las plantas; presentan una singular analogía con el leñoso, almidon y la destrina. En efecto, la fibrina es insoluble como la materia leñosa: la albúmina se coagula en caliente como el almidon: la caseina es soluble como la destrina.

Tambien estas materias azoadas son neutras como las otras no azoadas paralelas; y veremos que ellas gozan por su abundancia en el reino animal del mismo prestigio que estas otras últimas nos ofrecen en el vegetal.

«Además, lo mismo que basta para formar las materias no azoadas neutras, el unir el carbono al agua ó á sus elementos, es igual para formar estas materias azoadas neutras el unir el carbono y el amonio, ó el amoníaco á los elementos del agua. 48 moléculas de carbono, 3 átomos de amonio, 3 de amoníaco y 15 de agua constituyen ó pueden constituir la fibrina, la albúmina y la caseina.

»Así en ambos casos, los cuerpos reducidos, sea carbono ó amonio, añadidos al agua son suficientes para formar las materias que nos ocupan, y su produccion entra naturalmente en el círculo de las reacciones que la naturaleza vegetal parece sobre todo apropiada para producir.

»El papel que desempeña el ázoe en las plantas es, pues, digno de la mayor atencion, puesto que es el que sirve para formar la fibrina que se encuentra como rudimento en todos los órganos, y el que produce la albúmina y la caseina tan esparcidas en tantas plantas, y que los animales se asimilan ó modifican para sus propias necesidades.

»Es, pues, en las plantas donde reside el verdadero laboratorio de la química orgánica: el carbono, hidrógeno, ázoe y el agua son los principios que las plantas elaboran: la materia leñosa, el almidon, las gomas y los azúcares por una parte, la fibrina, albúmina, caseina y el glúten por otra, son los productos fundamentales de los dos reinos, productos formados en las plantas solas y trasportados por la digestion á los animales.»

Proteina.—Mulder ha dado este nombre á la parte esencial de las materias albuminosas: unida á diversas sales y en proporciones variables de azufre, constituye la albúmina, fibrina y caseina. He aquí su fórmula: $C^{48}\ H^{74}\ Az^{12}\ O^{15}$. Disolviendo la albúmina ó la fibrina en una lejía de potasa cáustica medianamente concentrada y á una temperatura de 50°, el fósforo y el azufre que contiene se separan en estado de fosfato y sulfuro de potasio, y cuando se ha saturado esta disolucion con ácido acético, se precipita una sustancia gelatinosa, que es la que constituye la proteina y que es idéntica en la fibrina y albúmina: aun despues de lavada la proteina es todavía gelatinosa, de co-

lor agrisado y medio trasparente: cuando está desecada es amarillenta, dura, fácilmente pulverizable, insípida, insoluble en agua y alcohol; y como la albúmina y la fibrina, no es fusible sin descomponerse.

La albúmina y la fibrina se pueden considerar como compuestas de proteina, fósforo y azufre. Mulder encuentra en la fibrina y en la albúmina de huevo de 0,36 á 0,38 para 100 de azufre libre, y de 0,32 á 0,43 para 100 de fósforo tambien libre.

Albumina.—En el suero de la sangre de donde se han separado la materia colorante y la fibrina en estado de cuajaron, la albúmina está en disolucion á favor de la sosa: se puede, sin embargo, saturar exactamente este álcali por medio del ácido acético, sin que por esto haya coagulacion de albúmina. La clara de huevo es una disolucion acuosa bastante concentrada de albúmina encerrada, como el humor acuoso del ojo, en los espacios celulares de una membrana sumamente delgada y fácil de quebrar. Las celdillas esteriores contienen una albúmina mas líquida que la que toca á la yema. La totalidad de la clara contiene 12 á 13,8 por 100 de albúmina. A 75º se convierte en una masa sólida, coherente y blanca, que no obstante tiene cerca de 85 por 100 de agua. La albúmina contiene además de la sosa un poco de cloruro sódico, señales de una sustancia parecida al estractivo soluble en el alcohol, y una pequeña cantidad de una materia insoluble en él, pero soluble en agua, consistiendo principalmente en albúmina retenida en la disolucion por la sosa que se ha convertido poco á poco en carbonato. Los álcalis se oponen á la coagulacion de la albúmina por el fuego. La albúmina forma una combinacion insoluble con el bicloruro de mercurio; está compuesta de 53,4 de carbono, 7,2 de hidrógeno, 15,7 de ázoe y 23,7 de oxígeno.

Fibrina.—Forma la parte principal del cuajaron de la sangre, y la base de la carne muscular; se la encuentra en el quilo. Ordinariamente se obtiene sacudiendo la sangre al salir de la vena con una ramita de álamo blanco: se adhiere á él bajo la forma de filamentos rojizos, que se decoloran lavándolos con agua y dejándolos macerar con este líquido; pero siempre es necesario privarla de la grasa tratándola por el éter.

Obtenida de este modo es blanca, flexible, lijeramente elástica, insípida é inodora: contiene $\frac{4}{5}$ de agua, que la comunica su blancura; porque espuesta al aire se hace medio trasparente, amarillenta y quebradiza: da por la destilacion mucho carbonato de amoníaco y un carbon voluminoso difícil de incinerar, dejando un residuo que contiene mucho fosfato de cal y magnesia, carbonatos de cal y sosa, é indicios de sílice y hierro. Antes de la combustion los principios constitutivos de la ceniza no se pueden estraer por los ácidos, y parecen por consiguiente haber pertenecido á la composicion química de la fibrina; es insoluble

tanto en agua fria como en la hirviendo: mas por la ebullicion en el agua se contrae, se endurece, se hace friable y pierde la propiedad de disolverse en los ácidos ó en los álcalis; el líquido se enturbia, y contiene una nueva sustancia que se ha formado á espensas de la fibrina, no es gelatina, da al caldo un sabor agradable, evaporada puede disolverse en el agua, y tiene alguna analogía con el principio que el agua fria estrae de la carne muscular, que se obtiene por la evaporacion en estado de masa estractiforme mezclada con cloruros, y que se conoce con el nombre de *osmazomo*, que ha sido por largo tiempo ponderado como el principio esencialmente nutritivo de la carne. Segun Mulder y Liebig la fribina seria absolutamente semejante á la caseina y albúmina, en cuanto á su composicion elemental; y segun Cahours y Dumas contendria un poco mas de ázoe y menos carbono.

Caseo ó *caseina*.—Existe en la leche una materia particular que presenta la mayor analogía con la albúmina y fibrina, que se ha llamado *cáseo* porque forma la mayor parte del queso; para estraerle de la leche es menester abandonarla á sí misma, quitarla la crema, lavar lo cuajado con mucha agua, despues con alcohol y éter.

La materia así obtenida es el cáseo en estado insoluble; tiene la misma composicion que la albúmina; en estado de disolucion difiere de esta en que no se coagula por la ebullicion, pero forma como ella combinaciones insolubles con los ácidos, y se conduce del mismo modo con los álcalis y las sales: debemos contentarnos con esponer las diferencias. Se coagula tambien, pero de una manera especial, con el *cuajo*, ó materia contenida en el estómago de las terneras: se creia que esta coagulacion era ocasionada por el ácido láctico de los zumos gástricos, pero está bien probado que es por una accion especial el efectuarse la coagulacion del cáseo bajo esta influencia. Esta accion orgánica presenta la mayor analogía con la de la levadura, con la de la gelatina vegetal sobre el agua azucarada, y con la de la cebada fermentada sobre el engrudo.

Quesos.—El cáseo seco en estado de coagulacion, mezclado con proporciones variables de manteca, constituye los *quesos*; estando en ellos el cáseo en parte privado del agua por la presion, padece diversos cambios, y segun está alterado de tal ó cual modo forma las variedades tan numerosas de quesos. El curso de estas trasformaciones está arreglado por una temperatura apropiada y por la adicion de proporciones variables de sal marina.

Gelatina animal.—No se encuentra en los líquidos de los animales, pero todas las partes blandas contienen una materia que puede trasformarse en gelatina: los músculos, aponeurosis, cartílagos, ligamentos, pieles, etc. suministran cantidades variables; los huesos y el asta de ciervo, *cervus-elaphus*, contienen la mitad de su peso. La parte interior de las vejigas nadadoras del sollo (*acipenser huso*), pescado muy grande del órden esturion,

clase de los condropterigios, está formado de materias propias para convertirse en gelatina, por decirlo así, pura: se les conoce con el nombre de *cola de pescado.*

Preparacion de la gelatina en el comercio.—Se toman cortaduras de pieles ó cascos de diversos animales: se los hace hervir en una gran cantidad de agua, teniendo cuidado de quitar la espuma, cuya formacion se favorece añadiendo un poco de cal ó alumbre: se pasan los líquidos por un filtro claro y se les deja reposar; despues de esto se decantan y espuman de nuevo; se concentra fuertemente, y se echa por decantacion en moldes descubiertos, en donde se solidifica en placas blandas; se las corta en tabletas, acabando la desecacion colocándolas sobre cuerdas en paraje caliente y muy ventilado. Tambien se estrae así la gelatina de huesos: entonces es necesario hacerlos sufrir una operacion preliminar que consiste en privarles de sus sales calizas por medio del ácido hidroclórico, que se renueva convenientemente: se vuelven entonces blandos y flexibles, y se convierten en gelatina por la ebullicion, procediendo como se ha dicho para las pieles. Las colas así obtenidas estan lejos de constituir la gelatina pura, pues contienen muchas materias estrañas. Para obtener la gelatina pura es menester emplear las vejigas nadadoras del esturion y que no pase el calor de 100°. Parece cierto que la gelatina no existe formada del todo en la piel de los animales y que la accion del agua hirviendo efectua esta trasformacion, la cual tiene analogía con la del almidon en soluble por la influencia de los ácidos; este cambio se verifica sin desprendimiento de gas.

En estado de pureza la gelatina es incolora, trasparente, dura y de gran coherencia, que varía en razon de los tejidos que la han suministrado; no tiene olor ni sabor sensible; cuando se calienta se reblandece esparciendo un olor particular; por la destilacion seca da mucho amoníaco. Se reblandece tambien en agua fria, se hincha y disuelve por medio de un calor suave en un líquido claro que se convierte en jalea por enfriamiento; $\frac{1}{100}$ de gelatina es bastante para producir este efecto. Cuando se hace hervir muchas veces una disolucion de gelatina pierde la propiedad de convertirse en jalea, y espuesta en este estado al aire libre, á una temperatura de $+ 15°$, se vuelve ácida, despues amoniacal. La gelatina no es sensiblemente soluble en el alcohol; es insoluble en el éter y los aceites. Se une al cloro con gran avidez. Los ácidos la hacen padecer una alteracion notable; con el sulfúrico se forma leucina, azúcar de gelatina, etc.; el nítrico la convierte en los málico y oxálico, despues en tanino; el acético concentrado hace á la cola blanda trasparente, y la disuelve despues: la disolucion no forma jalea, mas conserva la propiedad de cola.

Los álcalis no la quitan la propiedad de convertirse en jalea, pero enturbian sus disoluciones precipitando el fosfato cálcico.

Muchas sales se unen á la gelatina para formar combinaciones solubles ó insolubles; disuelve cierta proporcion de fosfato de cal recientemente precipitado. Los sulfatos de alúmina y hierro no se combinan en estado de precipitado insoluble si no se les convierte en subsales por una adicion de potasa. Con el cloruro mercúrico forma un precipitado que se disuelve en un esceso de gelatina; pero cuando se añade un esceso de cloruro, la gelatina se precipita en forma de un cuajaron blanco, coherente y muy elástico.

Entre las materias orgánicas no se conoce mas de una que se combine con la gelatina, que en el tanino, tanto natural como artificial. El tanino de la nuez de agalla da con la cola una combinacion tan poco soluble, que una disolucion de una parte de cola en 5000 de agua es sensiblemente precipitada por la infusion de agallas: la combinacion es insoluble en agua y en alcohol. Segun Davy, el tanino se combina con la cola en muchas proporciones definidas. Bostok dice que 100 partes de gelatina no se combinan sino con 66,6 de tanino de encina. Análisis de la gelatina por Gay-Lussac y Thenard: ázoe 16,988, carbono 47,881, hidrógeno 7,915 y oxígeno 28,207.

Usos.—Son varios: en las artes para encolar la madera y el papel, y para la pintura al temple; se prepara con ella el tafetan inglés, y entra en la composicion del caldo.

Condrina.—Es una especie de gelatina que se saca de los cartílagos permanentes, tales como los de las costillas, articulaciones, bronquios y nariz, y tambien de los cartílagos de los huesos antes de la osificacion de la córnea del ojo, y segun Muller de los huesos cariados. La condrina se separa de estas sustancias por el agua hirviendo.

La solucion de condrina se solidifica por enfriamiento, como sucede con la gelatina, y cuando se la deseca por evaporacion toma el aspecto de cola fuerte; pero no se precipita por el ácido tánico, y por otra parte da precipitados con el acético, el alumbre, el acetato de plomo y el protosulfato de hierro; la condrina deja 4 por 100 de fosfato de cal, y lo mismo que los compuestos de la proteina, parece contener una pequeña cantidad de azufre en combinacion.

Albumina, fibrina y caseina vegetales.—Si se compara la composicion de los alimentos vegetales azoados con las partes esenciales de los animales, se viene á parar á la conclusion importante de que todos estos alimentos en general presentan ya una composicion perfectamente idéntica á la de la fibrina, albúmina ó caseina animales, ó ya otra que variando en las proporciones centesimales, se confunda sin embargo con la de las sustancias por lo que respecta á la proporcion de carbono y ázoe. Esta semejanza va aun mas lejos, porque los alimentos vegetales presentan igualmente las mismas reacciones que estas sustancias animales, de modo que se puede decir que el animal prepara su sangre y su carne solamente en cuanto á la forma, porque encuentra su sustancia formada del todo en las plantas.

Mulder ha sido quien ha puesto fuera de duda esta identidad y quien ha sacado la consecuencia importante de que la albúmina de los animales está formada por las plantas.

En efecto, los animales herbívoros se alimentan de albúmina, fibrina y caseina vegetales; sustancias que poseen absolutamente la misma composicion y la mayor parte de las propiedades químicas de las materias esenciales de su propia sangre y de su carne muscular.

Albumina vegetal.—Está disuelta en los zumos de los vegetales, ó bien se puede estraer por medio del agua fria de las semillas de las cereales ó de las simientes oleaginosas.—Lo que la distingue principalmente de la caseina vegetal, es la propiedad de coagularse en caliente, y no ser precipitada por el ácido acético. Cuando sus soluciones acuosas estan muy dilatadas, no se separa por la ebullicion; pero esta separacion se efectua reduciendo el líquido por la evaporacion. Las simientes oleaginosas contienen la caseina y albúmina vegetales en proporciones diversas: una emulsion concentrada de estas semillas mezcladas con éter exento de alcohol se separa por el reposo en dos capas, de las cuales la superior contiene el aceite, y la inferior, que es acuosa, los principios de la simiente soluble en agua: esta última capa se enturbia por la ebullicion: se separa un coágulo blanco de albúmina vegetal, en tanto que la caseina queda en disolucion en el líquido caliente, y es precipitada por el ácido acético.

La albúmina vegetal de las almendras dulces se distingue por su alteracion y por la propiedad de ejecutar la descomposicion de la amigdalina. Si se depura por el agua fria de las almendras privadas del aceite craso por medio del éter y la prensa, y se añade ácido acético á la solucion acuosa, se precipita la caseina, mientras que la albúmina vegetal queda en disolucion: esta última ha recibido por parte de Robiquet un nombre particular. Luego que se deshacen por medio de un rallo las almendras privadas de su cubierta, se las hace hervir durante algun tiempo con agua á fin de disolver el azúcar, la goma y la mayor parte de la caseina, y se apura el residuo por el éter para separar todo el aceite craso; entonces queda la albúmina coagulada que se conduce con los álcalis y ácidos, como la clara de huevo coagulada, presentando la misma composicion que este cuerpo. Las almendras dulces dejan por la calcinacion un residuo de 3,17 por ciento, y las cenizas contienen mucho carbonato de potasa, fosfato de magnesia y de cal, con indicios de hierro y de fosfato alcalino. Estas son las mismas sales que se han encontrado en la leche, y no puede dudarse que la potasa se encuentra allí como en este líquido, en combinacion con la albúmina y caseina.

La harina de trigo contiene una cantidad bastante considerable de albúmina vegetal, que se disuelve tratándola por el agua fria; por evaporacion de esta solucion la albúmina se separa coagulada. Los zumos vegetales de toda especie suministran por la

ebullicion un coágulo de albúmina, ya blanca, ya gris ó verde, que se encuentra mezclada las mas veces con una resina verde llamada *clorofila*, lo que denota ya el color del precipitado, así como con una materia crasa, ó mas bien cérea, cristalizable é incolora. Los zumos de las zanahorias, nabos, tallos verdes de los guisantes, diversas especies de berzas y en general de todas las leguminosas se distinguen sobre todo por la gran porcion de albúmina que contienen.

Caseina vegetal.—He aquí segun Liebig los medios de preperar la caseina vegetal y sus propiedades: es soluble en el agua fria, y su solucion no se coagula por el calor; los ácidos la precipitan, y los precipitados que ocasionan son solubles en el amoníaco y no en el ácido acético dilatado. La caseina vegetal se estrae de las leguminosas (guisantes, lentejas y habas) de la manera siguiente: se ponen en agua tibia y se dejan hincharse durante algunas horas hasta que esten bastante blandas para que se puedan moler en un mortero de porcelana: se diluye el líquido en cinco ó seis veces su volúmen de agua, y se echa el todo sobre un tamiz fino; pasa entonces una disolucion de caseina mezclada con almidon; en seguida se abandona el líquido turbio por espacio de una ó dos horas, hasta que haya depositado la materia amilácea.

La caseina vegetal se encuentra en disolucion en el líquido decantado del depósito de almidon: este líquido es turbio como la leche, y de color blanco amarillento: esta enturbiacion proviene en parte de una materia crasa ó cérea que tiene en suspension, y en parte de una separacion progresiva y continuada de caseina vegetal. El líquido se aclara añadiendo algunas gotas de amoníaco.

Las leguminosas, reducidas á polvo fino y tratadas por el agua fria, no tienen accion sobre los colores vegetales; pero cuando han estado en contacto del agua por algunas horas, la adquieren algo ácida. El ácido que se desarrolla entonces es causa del débil depósito de caseina, que hace variar la solucion obtenida con las leguminosas hinchadas.

Esta solucion calentada hasta la ebullicion no deposita coágulo alguno; pero por la evaporacion produce en su superficie una película que se renueva con la misma frecuencia que se la quita, como se observa en la leche; todos los ácidos sin escepcion la coagulan igualmente: añadiendo ácido acético, se espesa precipitando copos lijeros, insolubles en un esceso del mismo ácido: el oxálico y el tartárico coagulan tambien esta solucion, pero el coágulo se disuelve en un esceso de estos mismos ácidos: el sulfúrico y nítrico ocasionan un nuevo precipitado en las soluciones ácidas.

Los precipitados ocasionados por los ácidos en la solucion de la caseina vegetal obran como ácidos: son combinaciones de la caseina con los ácidos que se conducen absolutamente como las combinaciones de la caseina de leche. El alcohol coagula igualmente la solucion de la caseina vegetal como lo hace con la de la leche.

Abandonando á sí misma en una temperatura de 15 á 20° del centigrado la disolucion de caseina vegetal, tal como se la obtiene de los guisantes, lentejas ó habas, se coagula al cabo de 24 horas y produce un precipitado gelatinoso enteramente semejante á los cuajos del cáseo; este precipitado está cubierto de un líquido claro, amarillo, verdoso, y que posee una reaccion ácida bien manifiesta: se observa al mismo tiempo un lijero desarrollo de gas. El ácido que se forma de este modo es el láctico, y da por la evaporacion con el óxido de zinc cristales de lactato de zinc muy poco solubles.

El coágulo es lactato de caseina vegetal, y posee una reaccion ácida que no se puede quitar por lociones prolongadas, ni por el agua, ni por alcohol.

Las reacciones que la caseina vegetal presenta con las sales de las tierras y metales, son igualmente idénticas á las de la leche: así por ejemplo, una disolucion acuosa de caseina animal pura no precipita en frio al sulfato de magnesia, ni al acetato de cal, ni á otras sales calizas; pero calentando la mezcla hay coagulacion: la caseina vegetal presenta los mismos caracteres.

La solucion de caseina vegetal da por desecacion y calcinacion cenizas perfectamente blancas y alcalinas, que contienen una gran cantidad de potasa, de la que una parte está en combinacion con el ácido fosfórico.

Las sales solubles que deja la caseina vegetal en el agua, son el fosfato de magnesia y de cal, y tambien el fosfato de hierro: estos son los mismos que da la caseina animal.

La caseina vegetal se encuentra frecuentemente en las plantas: todas las simientes oleaginosas la contienen en proporcion muy considerable: en efecto, una emulsion de estas semillas se parece estraordinariamente á la leche de los animales, solamente que se encuentra allí al mismo tiempo mas albúmina que en este liquido. La emulsion vegetal encierra materia crasa que corresponde á la manteca; contiene además azúcar, caseina y albúmina; estas dos últimas combinadas evidentemente con un álcali. Calentándola, la albúmina se coagula y se va con la materia oleosa á la superficie del líquido; este separado de la sustancia cuajada se acidifica al cabo de 24 horas; deposita un coágulo de cáseo perfectamente blanco, y se encuentra entonces en el líquido ácido láctico. Si se abandona á un calor moderado durante algunos dias el lactato de caseina vegetal con una solucion de azúcar de caña cristalizada y pura, esta última se trasforma en ácido acético, láctico, y en un cuerpo semejante á la goma arábiga; lo mismo absolutamente se observa con el cáseo ordinario de la leche. La caseina de las almendras dulces da, como la de las simientes de las leguminosas, gran cantidad de sulfuro de potasio, calentándola suavemente y de una manera continua con una lejía de potasa; los ácidos ocasionan entonces en su disolucion un precipitado de proteina y mucho desprendimiento de hidrógeno sulfurado.

Fibrina vegetal.—Liebig ha dado este nombre á un princi-

pio esencial de la simiente de las cereales, y particularmente del trigo; queda en combinacion con otro principio, que es el glúten. Luego que se amasa una pasta espesa de harina de trigo, haciendo llegar á ella un caño de agua continuo, la albúmina vegetal y el almidon son arrastrados por el agua; cuando aquella no está ya lechosa, resulta una masa aglutinante y muy elástica de color gris, que como lo indica ya su modo de preparacion es insoluble en el agua fria y caliénte. Lo que solo distingue la fibrina vegetal de la albúmina, es precisamente la insolubilidad de la primera en el agua; bajo esta relacion y por todas las otras es perfectamente idéntica con la fibrina de la sangre arterial.

La fibrina vegetal queda en estado de pureza si se trata por muchas veces con el alcohol hirviendo el glúten de la harina de trigo, hasta que el líquido no deje ya residuo por la evaporacion: lo que disuelve el alcohol es la glutina.

Depurado por el alcohol el glúten de la harina de trigo, pierde enteramente su viscosidad; entonces es la fibrina vegetal de color gris, elástica, blanda, no amasable, y que contiene aun indicios de almidon y de la materia tegumental de la semilla.

Calentando la harina con agua hasta formar papilla, añadiendo un poco de ácido diluido y manteniendo la mezcla á una temperatura elevada, hasta que se vuelva fluida como el agua, se ve entonces nadar á la fibrina vegetal en el líquido en forma de codos grises é inflados, que se lavan despues de ponerlos sobre un filtro, y se disuelven en una lejía floja de potasa. La disolucion neutralizada con precaucion da un precipitado de glúten y fibrina vegetal, sustancias que se la separan por el alcohol hirviendo.

El cuerpo que designamos con Liebig bajo el nombre de *fibrina vegetal*, es el mismo que Berzelius ha llamado *albúmina de cereales*; pero como todos estos nombres no se refieren sino á las modificaciones de un solo cuerpo mismo, y la palabra *albúmina* se aplica particularmente á una sustancia soluble en ciertos líquidos y que puede ser coagulada por efecto del calor, Liebig piensa que no conviene llamar así al principio enteramente insoluble de la simiente de las cereales; este principio se parece por todas sus propiedades á la fibrina de la sangre, pues da una ceniza que no contiene ningun álcali soluble, en tanto que todos los líquidos, como el suero, encierran albúmina en disolucion y dan por la calcinacion una ceniza fuertemente cargada de carbonato alcalino. La ausencia ó presencia de este álcali soluble es causa del estado de solubilidad ó insolubilidad de estos cuerpos, y á él es á quien se debe atribuir la diferencia que se observa entre los caracteres de la albúmina y los de la fibrina: para poner un término á esta confusion enfadosa que reina en la nomenclatura de estos principios azoados, Liebig ha dado el nombre de *fibrina vegetal* á la modificacion insoluble.

GLUTINA VEGETAL.—Se designa con este nombre la parte del glúten de harina de trigo soluble: despues de la evaporacion del alcohol se lava el residuo con agua hirviendo, y se obtiene

entonces una masa amarillenta muy viscosa que presenta constantemente una reaccion ácida.

Esta glutina vegetal es una combinacion de caseina; se distingue de la fibrina vegetal por su solubilidad en el alcohol hirviendo, y por la facilidad con que se disuelve á la temperatura ordinaria en el amoníaco dilatado. Si se hace hervir la solucion amoniacal saturada y se echa en ella gota á gota ácido acético, se produce, aun antes que tenga lugar la neutralizacion, un coágulo blanco y espeso que se parece enteramente al queso cocido ó á la clara de huevo coagulada.

CONSIDERACIONES GENERALES.—Si al presente, con Liebig, echamos una mirada general sobre las principales sustancias que acabamos de describir, vemos que en el estado natural la fibrina, albúmina y caseina se distinguen esencialmente por sus caracteres esteriores y por el modo con que se conducen con el agua y el calor. La fibrina estraida de la sangre es del todo soluble en agua fria, la albúmina de la sangre se mezcla en todas proporciones con el agua, y la de los huevos es tambien soluble en ella.

En estado reciente, la fibrina forma filamentos blandos, elásticos, diáfanos, no aglutinantes y que no se dejan amasar: la albúmina se coagula en las soluciones calentadas á cierta temperatura, y dan una masa blanca, tierna, elástica y permanente: el ácido acético no la precipita de su solucion.

La caseina de leche, que forma el principal alimento de los animales pequeños, se distingue de la fibrina por su solubilidad en el agua: sus soluciones no se coagulan por la ebullicion; pero evaporándolas dan películas que se forman en su superficie, y que se renuevan conforme se las va quitando. Además la caseina se precipita por el ácido acético en estado de grueso cuajaron.

La fibrina, albúmina y caseina se conducen del mismo modo con el ácido hidroclórico concentrado: se disuelven en caliente, y la solucion espuesta durante algun tiempo á una temperatura elevada toma un hermoso color de lila que se vuelve pronto de un azul violeta, como lo ha demostrado Caventou. En esta época de la descomposicion, la solucion de las tres sustancias presenta las mismas reacciones con el carbonato de amoníaco y otros reactivos.

Por las análisis que se han hecho hasta el presente, dice Liebig, y multiplicados suficientemente para no dejar duda alguna sobre el resultado general, la *fibrina*, *albúmina* y *caseina* presentan la misma composicion; contienen la misma proporcion de elementos orgánicos agrupados, á lo que parece, en un órden diferente, lo que esplica la diferencia de sus propiedades.

Cuando se examina el gas formado por la combustion de estos tres cuerpos con el óxido de cobre, se advierte que se compone de una mezcla de ázoe y ácido carbónico, que contiene sensiblemente en 8 volúmenes 7 de ácido carbónico y 1 de ázoe, como se ha observado por el análisis de calificacion. La deter-

minacion del ázoe, segun el método de cantidad y el que consiste en valuarla al estado de amoníaco, hace ver que la relacion del ázoe al carbono se esplica como 1 : 8 ; es decir, que las sustancias en cuestion contienen 1 equivalente de ázoe para 8 de carbono.

Composicion inmediata de la fibrina de la costra inflamatoria.—Nociones sobre el gluten, caseo y albumina.—Voy á esponer aquí el resultado de mis investigaciones sobre las principales materias azoadas de la organizacion. Mi parecer acerca de este asunto importante no ha sido adoptado por eminentes químicos, que en estos últimos tiempos han tratado de los mismos objetos; sin embargo, como mis observaciones son exactas y creo fundadas las deducciones que he sacado de ellas, voy á indicarlas.

La fibrina, albúmina, cáseo y glúten han sido ya estudiados por un gran número de químicos y fisiólogos. En estos últimos tiempos, Liebig con auxilio de muchos sabios se ha ocupado en este estudio. Dumas ha dirigido sus trabajos á este asunto, que tiene tanta importancia para llegar á la solucion de los problemas mas elevados de la fisiologia.

Bien difícil es adquirir nociones exactas sobre la constitucion íntima de estas sustancias, pues si nos dirigimos hácia la análisis elemental que por lo comun nos suministra tan preciosas reseñas, nos quedamos detenidos al instante: en efecto, todas estas materias no son cristalizables, y su pureza es tan equívoca, su alterabilidad bajo diversas influencias y en particular por el oxigeno, tan grande, que por mucho que se haga, cualquiera que sea la habilidad de los observadores, dejará siempre incertidumbre sobre su composicion verdadera. Los prácticos podrán así conocer algun desacuerdo entre sus resultados, y tacharse mutuamente de error, sin que por esto la cuestion llegue á una solucion definitiva.

Para adelantar nuestros conocimientos sobre este asunto difícil, creo que es necesario estudiar con cuidado las reacciones importantes que podrán ofrecer estos principios comparados unos con otros. Tengo igualmente la firme conviccion de que el exámen comparativo de las propiedades físicas de estas diversas sustancias podrá solo aclarar los misterios de su constitucion molecular. Examineremos pues: 1.° la fibrina animal; 2.° la sustancia estractiva del glúten tosco á la que se ha dado el nombre de fibrina vegetal; 3.° la albúmina del huevo y de la sangre, y 4.° el cáseo.

De la fibrina.—Chevreul ha demostrado que la fibrina contenia siempre grasa; mas este producto despojado del cuerpo craso es un principio inmediato puro, siendo esto lo que se admite generalmente hoy dia. Procuraré probar que esta asercion no tiene fundamento, y que el cuerpo que los químicos designan con el nombre de fibrina es un producto complejo formado de tres principios inmediatos distintos. Para evitar toda equivocacion dire lo primero de todo que siempre se tratará aquí de la

fibrina estraida de la sangre, la cual en condiciones determinadas da lugar á la formacion de una seudomembrana conocida por los patólogos con el nombre de *costra inflamatoria.*

Si se separa esta costra de la sangre de los enfermos que padecen dolor de costado agudo, ó aun mejor reumatismo articular tambien agudo; si se lava con cuidado para despojarla de los glóbulos; si se la macera por espacio de 24 horas á lo menos para obtenerla perfectamente blanca, y si se tiene cuidado de renovar á menudo el agua de locion para privarla de toda materia albuminosa soluble, resulta entonces una membrana opaca, resistente y de una blancura perfecta.

Hasta aquí se habia considerado este producto como fibrina húmeda, que contenia proporciones variables de grasa; mas este primer esperimento fue el que estableció con evidencia su composicion compleja.

Haciendo hervir á fuego lento esta seudomembrana húmeda con tres ó cuatro veces su peso de agua, hasta reducirle á la mitad (la decoccion no puede durar mas que diez minutos), se obtiene por enfriamiento conveniente, ó un líquido de consistencia espesa, ó una jalea del todo consistente. Puede liquidarse nuevamente esta jalea á fuego lento. Echando en este líquido ácido nítrico con precaucion, no se advierte precipitado alguno, pero si al contrario se añade una disolucion de bicloruro de mercurio ú otra de tanino, se observa entonces un precipitado en copos muy abundante; si se hace pasar cloro, igualmente se nota la formacion de muchos copos.

Estos esperimentos demuestran que la costra inflamatoria estraida de la sangre de los que padecen reumatismo, contiene gelatina.

¿En qué relacion se encuentra la gelatina en la fibrina proporcionalmente á los otros principios? Cuestion es esta que he procurado resolver por esperimentos numerosos, pero que no he podido darle una solucion rigurosa; en efecto, esta proporcion es sumamente variable. En el estado normal, difícil es establecer exactamente la presencia de la gelatina en la fibrina de la sangre del hombre en sana salud, pues su cantidad es sumamente corta; pero en las afecciones inflamatorias de las serosas ó del tejido celular, la proporcion puede elevarse á una cantidad muy notable: es además fácil de comprender que las relaciones de estos elementos orgánicos pueden variar sin cesar por los alimentos ó enfermedades.

La presencia de la gelatina en proporcion notable en la sangre de los enfermos acometidos de afecciones inflamatorias agudas, de las serosas ó del tejido celular, es un hecho digno de fijar la atencion de los patólogos. En efecto, manifestaremos mas adelante que estas membranas ó este tejido de composicion esencialmente gelatinosa, se pueden disolver con la mayor facilidad por un líquido que no presente mas que señales de acidez: se sabe además que estas enfermedades temibles empiezan principalmente por un enfriamiento que suprimiendo el sudor, pue-

de modificar momentáneamente la naturaleza de los líquidos animales y dar á alguno de ellos un grado de acidez suficiente para atacar estos tejidos ó estas membranas, é introducir de este modo en la sangre una proporcion considerable de un principio que en tal cantidad modifica sus propiedades esenciales.

La fibrina privada de la grasa contiene aun otras dos sustancias. Este hecho importante se puede establecer haciendo obrar los ácidos sumamente diluidos sobre la fibrina húmeda: espondré detalladamente un esperimento que se encuentra relatado en las investigaciones sobre la digestion que he hecho con Sandrás.

Si se toma agua que contenga media milésima de ácido clorhídrico, en este grado de dilucion la acidez apenas es sensible al gusto, y la accion sobre el papel de tornasol muy débil. Si se pone en esta agua $\frac{1}{10}$ de fibrina húmeda, se infla inmediatamente y se convierte en una red de copos gelatinosos estremadamente voluminosos.

Por una maceracion prolongada se rompen las vejiguillas infladas y se disuelve la mayor parte de la fibrina; pero queda siempre una proporcion bien manifiesta de un producto que no es atacado por un esceso del disolvente, y que además de la grasa, está formado de una materia que me ha parecido idéntica á la sustancia que forma la base de la epidermis y de las producciones córneas ó vellosas. La proporcion de esta sustancia insoluble, á la que doy provisionalmente el nombre de *epidermosa*, es muy corta, y no la graduo mas que en una centésima del peso de la fibrina tosca, siendo difícil valuarla exactamente, porque no se la puede separar de la sustancia disuelta sino por filtracion, y ejecutándose esta operacion sobre un líquido viscoso, esencialmente alterable, no se llega sino con trabajo á determinar la cantidad. Hablaré en otro lugar de las propiedades de esta sustancia epidermosa, y entretanto nos ocuparemos en la sustancia disuelta que constituye la mayor parte de la fibrina en bruto.

La porcion de fibrina que el agua muy lijeramente acidulada disuelve con tanta facilidad, es una materia digna de atencion, porque forma, como lo probaremos mas adelante, la parte constituyente esencial de las materias azoadas mas esparcidas, tales como la albúmina de los huevos, de la sangre, de las hidropesías, etc., el cáseo, la parte esencial del glúten bruto de las cereales. La solucion ácida de la fibrina apenas enrojece el tornasol y precipita en abundancia por la adicion de un esceso de ácido hidroclórico, nítrico, etc.; un gran esceso de ácido disuelve el precipitado formado, se enturbia con el calor y da por este medio copos lijeros; mas la totalidad de la materia no se precipita de este modo, quedando su mayor parte despues de la debida evaporacion del líquido en forma de películas delgadas, trasparentes, flexibles y débilmente coloreadas.

La solucion ácida de fibrina precipita abundantemente aña-

diendo una disolucion de los reactivos siguientes, bicloruro de mercurio, prusiato de potasa y tanino.

Examinada en el aparato de Biot desvia á la izquierda los rayos de la luz polarizada: el indicio de la rotacion es siempre poco considerable, aun en un tubo muy largo, porque las soluciones estan muy poco cargadas de sustancia.

Como el principio soluble de la fibrina es idéntico á la materia dominante de la albúmina de huevo, propondremos para ella el nombre de *albuminosa* ó albúmina pura.

¿La solucion ácida de la fibrina contiene únicamente albúmina pura? Esto es dudoso: en efecto, hemos visto que la fibrina bruta, en algunas condiciones contenia gelatina en proporcion notable, y he aquí un esperimento que establece la solubilidad de la gelatina en el mismo disolvente ácido.

Si se toma ictiocola en hojas ó las membranas que forman la vejiga nadadora del *acipenser huso*, si se pone esta membrana en agua acidulada con media milésima de ácido hidroclórico, y si se espone el todo á una temperatura de unos 25°, entonces la membrana se infla y disuelve en su mayor parte. Si despues de 12 horas de accion se filtra, resulta una disolucion que por enfriamiento de algunos grados se convierte en una jalea consistente, de trasparencia perfecta, y apenas tiene sabor ácido.

Este esperimento demuestra que existen dos principios de la fibrina, que puede disolver el agua muy lijeramente acidulada: la gelatina y la albuminosa. La solucion ácida de la fibrina contiene estos dos principios.

Este esperimento prueba igualmente la preexistencia de la gelatina en los tejidos animales, á no ser que se quiera admitir que el agua cuya acidez apenas enrojece el tornasol, y sin hacerse sensible al gusto, sea suficiente para operar á la temperatura ordinaria esta trasformacion que se ha admitido hasta aquí. Muy probable es que la gelatina, tal como existe en las membranas, sea soluble en agua como la goma y azúcar; pero que ella se halle en combinacion con una sal caliza, la cual puede ser destruida, ó por la corta cantidad de ácido á la temperatura ordinaria, ó por la ebullicion, y á algunos grados de diferencia de temperatura la disolucion puede presentarse líquida ó gelatinosa.

Accion de diversos ácidos diluidos en la fibrina.—El ácido hidroclórico sumamente diluido no es el único que ejerce una accion disolvente en la fibrina: hemos ensayado comparativamente disoluciones que contenian media milésima de ácido láctico, acético, sulfúrico, nitrico, fosfórico y clorhídrico, y visto que en todas las disoluciones la fibrina se inflaba lo mismo y se disolvia algun tanto; pero la accion disolvente es mas rápida y completa en la clorhídrica que en las demás. No está menos demostrado que no es accion especial del ácido clorhídrico sumamente diluido, sino que además se estiende á los otros ácidos á un mismo grado de dilucion, aun á aquellos que precipitan las disoluciones albuminosas formando con ellas combinaciones insolubles.

Albúmina de la sangre y del huevo.—Si se toma el suero de la sangre, y se le diluye en agua que contenga una ó dos milésimas de ácido clorhídrico (en cantidad suficiente para mantener un esceso muy lijero de ácido), se obtiene una solucion que se conduce absolutamente como la solucion acídula de la albuminosa de la fibrina, que ejerce sobre la luz polarizada la misma desviacion á la izquierda, como Biot lo habia ya observado.

Diluyendo en agua igualmente acidulada la albúmina del huevo, se separa de las membranas que no son atacadas por este disolvente, y se disuelve una sustancia que forma la parte esencial de la albúmina, que hemos estudiado anteriormente con el nombre de *albuminosa*, ó materia albuminosa pura.

Cáseo.—Se toma leche cuajada despues de 48 horas de conservacion, y se separa con cuidado la crema: el cáseo se echa sobre un filtro y perfectamente lavado con agua fria: se le diluye aun húmedo en agua que contenga media milésima de ácido clorhídrico; al cabo de algunas horas todo el cáseo se disuelve: no queda mas que algunos indicios de materia crasa que enturbian la trasparencia del líquido filtrado. Se obtiene un líquido claro, muy poco ácido, que presenta todos los caracteres de la albúmina pura disuelta, y precipita como ella por los ácidos clorhídrico y nítrico. El principio se redisuelve en los ácidos concentrados, y precipita igualmente por el bicloruro de mercurio, el prusiato de potasa y el tanino.

Glúten.—Si se pone el glúten, estraido del trigo, en agua que contenga una milésima de ácido clorhídrico, se divide y se disuelve poco á poco; resulta por la filtracion un líquido claro que se conduce absolutamente como la solucion ácida de albuminosa: se enturbia por la ebullicion, precipita lo mismo por los ácidos clorhídrico y nítrico, y el precipitado se redisuelve todavía en un gran esceso del mismo ácido: precipita por el bicloruro de mercurio, por el prusiato de potasa y por todos los cuerpos que precipitan la albúmina.

El poder rotatorio de esta sustancia es el mismo que el de la albuminosa y fibrina: desvia los rayos en el mismo sentido, la intensidad de la desviacion es mucho mas marcada: la solucion puede contener una proporcion ponderable de sustancia activa mucho mas considerable, porque no se encuentra en el glúten impuro la sustancia que hemos llamado epidermosa, que encierra la albúmina pura en la fibrina pura, y que no deja obtener soluciones concentradas de albuminosa.

Examinado el poder rotatorio de esta solucion, yo he observado además que desvia á la izquierda los rayos de la luz polarizada.

Las dos consecuencias mas importantes que emanan de los hechos espuestos, son las siguientes:

1.ª La fibrina exenta de materia crasa obtenida por el reposo de la sangre en los casos de reumatismo articular agudo (costra inflamatoria) está compuesta de tres principios inmediatos en proporciones variables y de una materia idéntica á la albúmina

pura no coagulada. Esta materia líquida está contenida en la red de un tejido compuesto de *gelatina* y de un principio que presenta las propiedades esenciales de la formacion epidérmica.

No insistiré aquí en las consecuencias que emanan de esta composicion compleja de la fibrina, y me contentare con señalar los dos principios fundamentales de los tejidos animales, la gelatina y la epidermosa, cuya existencia no se admitia en la sangre, y que se encuentran en este fluido.

2.ª El principio fundamental que se halla en la albúmina del huevo, en el suero de la sangre, en el glúten de las cereales y en el cáseo, es siempre idéntico, es la *albúmina pura* mezclada ó combinada, ya con materias crasas, ya con las terrosas, fosfatos de cal y magnesia, ó ya con sales alcalinas que disfrazan sus propiedades esenciales. Si por una proporcion verdaderamente inapreciable de ácido se llega á destruir estas combinaciones efímeras, la solucion de albúmina se presenta entonces con propiedades idénticas: reacciones quimicas exactamente iguales, accion sobre la luz polarizada que se ejerce en el mismo sentido; desviacion constante á la izquierda, y cuya energía es siempre proporcional á la cantidad ponderable de sustancia disuelta (en igualdad de circunstancias).

La identidad química del principio esencial del cáseo, del glúten y de la albúmina contenida en la clara de huevo ó en el suero de la sangre está pues demostrada, á no ser que se quiera suponer, lo que á mi sentir es inadmisible, que el agua que apenas enrojece el tornasol, sin sabor ácido bien sensible, tenga una reaccion química bastante poderosa para trasformar á la temperatura ordinaria todos estos cuerpos en un mismo principio.

PRODUCTOS ANIMALES.—Vamos á examinar con rapidez cómo los animales asimilan los alimentos que son preparados del todo por los órganos vegetales, y qué trasformaciones padecen. Diremos algo acerca de los líquidos mas importantes de la economía animal, la *sangre*, *bilis*, *orina* y *leche*.

Para darnos razon de los fenómenos de la asimilacion entre los animales, daré un resúmen de las investigaciones que hemos hecho Sandrás y yo, precediéndolas de consideraciones generales de Dumas en los términos siguientes: «Desde que se ha probado que el animal no crea materia orgánica, y que se limita á asimilársela ó á consumirla quemándola, no era necesario buscar en la digestion todos esos misterios que se estaba bien seguro de no encontrar, siendo como es la digestion una simple funcion absorbente. Las materias solubles pasan á la sangre en su mayor parte sin alteracion.

»El animal recibe y se asimila casi intactas las materias azoadas neutras que encuentra todas formadas en los animales ó plantas de que se alimenta; recibe materias crasas que provienen del mismo orígen; recibe materias amiláceas ó azucaradas que estan en el mismo caso.

Estos tres grandes órdenes de materia, cuyo orígen remonta

siempre á la planta, se dividen en productos asimilables, fibrina, albúmina, caseina, cuerpo craso, que sirven para aumentar ó renovar los órganos, y en productos combustibles, azúcar y cuerpo craso, que la respiracion consume. El animal se asimila pues ó destruye materias orgánicas, pero no las crea. La digestion introduce en la sangre materias orgánicas formadas enteramente; la asimilacion utiliza las que son azoadas, y la respiracion quema las demás.»

Espondré ahora en resúmen con rapidez las investigaciones sobre la digestion que he ejecutado con Sandrás.

«El descubrimiento mas importante para establecer la teoría de la digestion ha sido sin disputa el de la produccion del quilo. Como esta era una de aquellas observaciones capitales que saltan á la vista y requieren atencion, por eso es que observando el curso del quilo, examinando sus propiedades físicas y estudiando superficialmente su composicion química, se creyó desde luego tener la llave de toda la teoria de la digestion, y se pensó poder seguir la circulacion de la materia alimenticia como Harveo habia seguido el curso de la sangre.

»En efecto, se tiene una sustancia que se parece mucho por sus propiedades físicas y su composicion química al alimento normal la leche: se ve á esta sustancia sacada en el aparato digestivo, y de allí trasportada por vasos especiales al circulatorio. De la observacion de estos hechos incontestables, no habia mas que dar un paso para llegar á esta consecuencia: los alimentos se trasforman al principio en una especie de papilla, que es el *quimo*, despues este quimo se separa en dos partes, las *heces* que son arrojadas fuera, y el quilo que derramado en la sangre va continuamente á reparar al líquido nutritivo.

»Esta teoría de la digestion, generalmente admitida de nuestros primeros esperimentos, parecia verdadera y sencilla á primera vista; mas examinando con atencion los hechos detallados en que se apoya, se encuentran muy pronto insuperables dificultades.

»Si se alimentan animales mamíferos con principios distintos, tales como el azúcar, goma, fécula, gelatina, fibrina, albúmina y cuerpos crasos, y si se estrae el quilo despues del uso de estos alimentos especiales, se obtienen dos clases de quilo: 1.º quilo lechoso de las materias crasas, que además de los principios ordinarios del quilo contiene los cuerpos crasos ingeridos por el animal; y 2.º quilo de las sustancias no crasas, el cual, cualquiera que sea el alimento no craso de que se haya nutrido el animal, ofrece siempre las mismas propiedades físicas, la misma composicion química.

»Para admitir que todos los alimentos sólidos se cambian en este quilo, era pues preciso suponer que todas estas materias se trasforman instantáneamente en fibrina ó materia albuminosa.

»No estamos ya en el tiempo en que estas hipótesis podian reinar.

»Tomando la esperiencia y la observacion por guias, hemos admitido dos digestiones distintas: 1.ª la de los alimentos solu-

bles que se verifica principalmente en el estómago, y que se continúa en el resto del aparato digestivo; y 2.ª la de los alimentos crasos ó insolubles, que es esencialmente la digestion intestinal: todos nuestros esperimentos nos han demostrado que las materias crasas de nuestros alimentos pasan casi *puras* por las vellosidades intestinales; en los vasos quilíferos son ellas las que dan al quilo su opacidad y blancura, y esta es la única clase de cuerpos que toman en los intestinos los quilíferos. He aquí el resúmen de nuestras investigaciones.

«1.º En la digestion, la funcion del estómago consiste, respecto á las materias albuminosas (fibrina, albúmina, cáseo y glúten), en disolverlas por medio del ácido hidroclórico.

»2.º Este ácido cuando está diluido en media milésima basta para la disolucion de las materias referidas, en tanto que estan crudas: si han sufrido la coccion, el ácido hidroclórico diluido no las disuelve ya en nuestros aparatos de vidrio, y puesto que se encuentran disueltas en el estómago vivo, debemos admitir que pasa en este estómago otra cosa mas que una simple disolucion por el ácido clorhídrico diluido; solamente la presencia de este ácido nos parece siempre indispensable.

»3.º Para las materias albuminosas, la digestion y absorcion se hacen casi esclusivamente en el estómago; lo demás del intestino no ofrece casi ninguna señal de esta disolucion, cuya abundancia en el estómago se ha hecho constar.

»4.º Tambien es en el estómago donde se hace en parte la disolucion de la fécula: este principio en el estado ordinario no nos parece se trasforma en azúcar, pasa como almidon soluble y en parte como ácido láctico.

»5.º La absorcion de esta parte de los alimentos nos ha parecido menos esclusivamente limitada al estómago que la de la disolucion de las materias albuminosas, lo que estaria de acuerdo con las disposiciones particulares de los intestinos en los animales no carnívoros.

»6.º La grasa no es atacada en el estómago, pasa al duodeno en estado de emulsion, por medio de los líquidos suministrados por el hígado y el páncreas: esta emulsion se encuentra con abundancia en todo el resto del intestino: es esclusivamente absorbida por los vasos quilíferos.

»7.º El quilo nos ha parecido semejante en los animales muertos sin comer y en los que habiamos alimentado con materias albuminosas y fécula; no ha presentado diferencia notable sino en aquellos que se habian alimentado con grasa; este principio inmediato se ha encontrado en ellos en proporcion considerable, y esto se comprende muy bien, puesto que los quilíferos no absorben sino los cuerpos crasos.»

Sangre.—Este es el líquido mas importante de la economía: un número considerable de tareas científicas se han emprendido para aclarar la historia de este fluido. He aquí los elementos cuya existencia se ha conocido en la sangre del hombre y de los animales.

Oxígeno libre y combinado, ázoe libre y combinado, carbono, hidrógeno, cloro, fósforo, azufre, manganeso? cobre, hierro, sodio, potasio, calcio, magnesio, aluminio? y silicio?

Los esperimentos de Magnus parecen haber demostrado evidentemente la existencia del oxígeno y ázoe en estado de libertad en la sangre. El azufre y el fósforo existen en ella como compuestos orgánicos é inorgánicos. El cobre ha sido encontrado en la sangre por Sarceau; no está sino en proporcion sumamente corta: los esperimentos que lo han demostrado han sido hechos en el laboratorio de Vauquelin al mismo tiempo que yo trabajaba en él.

Compuestos inorgánicos que han sido indicados en la sangre: agua, ácido carbónico, cloruro de sodio, cloruro de potasio, hidróclorato de amoníaco, sulfato de potasa, carbonatos de sosa, cal y magnesia, y fosfatos de los mismos tres cuerpos.

Fourcroy y Vauquelin habian tambien indicado la presencia del fosfato de hierro; y Proust la del hidrosulfato de amoníaco. Esta última sal la ha vuelto á encontrar ya hace algun tiempo Bonnet en la sangre de los individuos acometidos de tifo; pero es ciertamente un producto de alteracion, y lo mismo es en mi entender el hidroclorato de amoníaco.

La presencia del ácido carbónico libre en la sangre es un hecho que ha sido disputado por largo tiempo. Los esperimentos de Gmelin, Tiedemann y Mitscherlich parecian haber demostrado que no se encontraba en ella en estado de libertad; pero otros mas recientes de Magnus no han dejado duda alguna respecto á esto: la sangre contiene ácido carbónico libre.

Asimismo tiene muchas sales cuyo ácido es orgánico, lactato, albuminato, oleato y margarato de sosa, una combinacion de un ácido volátil no determinado. Proust ha citado además acetato y benzoato de sosa; mas despues de él no se ha hecho constar la presencia de estas sales en la sangre.

Principios inmediatos cuya existencia se ha señalado en la sangre: albúmina, fibrina, hematosina, gelatina, urea, principio de la bilis, materia colorante amarilla, ácidos oléico y margárico, colesterina, serolina, grasas fosfóreas análogas á las del cerebro y materias estractivas.

Habiendo estudiado ya las materias mas importantes de la sangre, fibrina, albúmina, etc., nos queda por describir un principio que sirve, por decirlo así, para caracterizarla, la *hematosina.*

Hematosina (materia colorante de la sangre).—Este cuerpo ha sido estudiado por un gran número de químicos. Método de prepararla de Lecanu: se echa gota á gota ácido sulfúrico sobre sangre humana privada de fibrina, hasta que la mezcla se convierta en masa; se diluye esta en alcohol, se la prensa fuertemente, despues se hace hervir el residuo de color oscuro en alcohol lijeramente acidulado. Estas soluciones alcohólicas se saturan por el amoníaco, se filtran y evaporan, despues el residuo se apura por el agua, alcohol y éter, y últimamente en varias

veces por el alcohol que contenga 5 por 100 de amoníaco; evaporadas las soluciones, el residuo lavado con agua destilada constituye la hematosina: es una sustancia sólida, sin olor ni sabor, empañada y de color pardo, cuando es obtenida como se acaba de decir; de un resplandor metálico y de un negro rojizo cuando se la obtiene por la evaporacion en baño de maría de su solucion alcohólica amoniacal.

El agua, el alcohol débil ó concentrado, el éter sulfúrico y acético, el aceite esencial de trementina, no la disuelven ni en caliente, ni en frio: el agua, alcohol y éter acético, cargados de muy pequeña cantidad de amoníaco de potasa ó sosa cáustica, la disuelven fácilmente y se colorean en rojo de sangre.

Esta materia contiene hierro en proporcion constante y muy considerable. Lecanu ha demostrado que 100 partes de hematosina dan por la calcinacion 10 de peróxido de hierro y estas proporciones se encuentran en la sangre de individuos diferentes.

¿En qué estado se encuentra el hierro en la hematosina? No se pueden formar sino conjeturas respecto á este punto: la mas probable es la de Berzelius, quien admite que el hierro se encuentra en ella en estado metálico, y que constituye uno de sus elementos, lo mismo que el fósforo, el oxígeno, hidrógeno y carbono constituyen uno de los elementos de la materia crasa del cerebro.

Composicion de los principios de la sangre.—El microscopio nos demuestra que la sangre está compuesta de un líquido en que nadan ciertos globulillos, que han sido estudiados por un gran número de naturalistas. Estos glóbulos presentan, segun la opinion general, formas y dimensiones distintas en las diversas especies animales y semejantes en las mismas. Sin embargo, si se comparan las medidas de los glóbulos del hombre dadas por diversos micrógrafos se ve que difieren mucho entre sí. Segun Prevost y Dumas su dimension es igual á $\frac{1}{338}$ de línea.

Mucho se ha discutido acerca de la naturaleza de los glóbulos, y aun todavía no se está de acuerdo sobre este punto. Segun Denis, no son otra cosa que la misma hematosina; segun Raspail, se componen de albúmina en un estado particular, y segun Everard Home, estan formados de un esferóide central, que la hematosina en el estado de vida envuelve bajo la forma de vejiga membranosa.

Lecanu admite que los glóbulos encierran por lo menos tres sustancias, hematosina, albúmina y fibrina: son, segun él, esferóides formados en lo esterior de una película fibrinosa, llena interiormente de albúmina y hematosina. No podemos admitir con Lecanu que toda la fibrina de la sangre se encuentre en los glóbulos; porque no ha refutado las multiplicadas observaciones que habian establecido la existencia de la fibrina en el suero, y entre otros el esperimento tan concluyente de Mulder; el cual consiste en cortar el anca á una rana, haciendo caer la sangre

sobre un filtro mojado, y mezclándola con una cantidad igual de agua pura, ó mejor azucarada: pasa un líquido claro, en el cual se forma muy pronto un coágulo de fibrina, que no tarda en condensarse y ponerse blanco. Los glóbulos quedan sobre el filtro sin cambiar de naturaleza, y no se disuelven, siendo agua azucarada la que se ha mezclado con la sangre: es claro, segun esto, que la existencia de la fibrina es independiente de la de los glóbulos.

Análisis de la sangre.—La sangre abandonada á sí misma al salir de la vena ó arteria, se fracciona en dos capas distintas: una es líquida y mas ó menos trasparente, llamada *suero;* la otra es sólida, de color rojo hermoso, que se conoce con el nombre de *cuajaron.* Las proporciones de estas dos partes son sumamente variables segun una multitud de circunstancias secundarias; por esa razon las cantidades dadas por varios observadores son muy diferentes.

Los químicos se han valido hace tiempo de esta separacion natural de la sangre para analizar separadamente el suero y el cuajaron; pero como es muy variable, los resultados que se obtienen no deben ser exactos. Hermann ha demostrado que el suero posee la propiedad de enrojecer la tintura de tornasol que se le mezcla, y de volver al color azul el papel enrojecido.

He aquí el procedimiento indicado por Prevost y Dumas, y que es el que generalmente está adoptado para analizar la sangre: consiste esencialmente en determinar la diferencia que hay de peso entre ambos residuos procedentes de la desecacion de una cantidad dada de cuajaron y suero perteneciente á la misma sangre. Este método ha sido ya criticado por muchos observadores: se ha demostrado que lo que se llamaba cantidad de glóbulos, debia ser llamado suma de los glóbulos y de la fibrina disuelta anteriormente. Admitiendo que el agua del cuajaron pertenece del todo al suero interpuesto, se exagera la cantidad de las materias fijas del mismo suero; porque los glóbulos no estan en la sangre en el estado anhidro, y no se sabe si el líquido que los penetra es análogo al suero. Sea lo que quiera, ejecutando las correcciones procedentes de la fibrina libre, los resultados obtenidos por este método en los animales y en el hombre sano conservan todo su valor.

He aquí, segun mi parecer, cómo se puede uno manejar para obtener caracteres de algun valor en el exámen de la sangre: 1.° observarla con el microscopio al salir de la vena: 2.° determinar la proporcion relativa de fibrina en una cantidad dada de sangre, sacudiéndola vivamente; y 3.° hacer desecar en baño de maría un peso conocido de la misma sangre, y pesar el residuo. La sangre desecada puede apurarse sucesivamente por el éter y el alcohol hirviendo; pero nos contentaremos con incinerarla, y determinar por los medios conocidos la proporcion de óxido de hierro que sus cenizas contengan; y obteniendo esta cantidad, se puede fácilmente deducir la suma de hematosina contenida en la sangre, porque los esperimentos de Lecanu nos

han demostrado que la proporcion de hierro era constante en una misma cantidad de hematosina; siendo conocida esta se podrá suponer con algun fundamento que el peso de los glóbulos debe ser proporcional á esta cantidad. Tambien se podria investigar si el suero y la fibrina contienen algunas señales de hierro, y deducir esta cantidad de la suma general. Se determina la proporcion de albúmina contenida en el suero, coagulando por el calor una cantidad dada, se lava, deseca y pesa el coágulo.

Comparacion de la sangre contenida en diferentes vasos.—1.º La sangre arterial contiene proporcionalmente menos agua y mas materias fijas: 2.º mas glóbulos y fibrina: 3.º mas oxígeno libre en proporcion á su ácido carbónico, y menos carbono y mas oxígeno combinado.

Comparacion de la sangre venosa en diferentes condiciones.— Los resultados que se pueden deducir de esta comparacion son en estremo importantes: hemos visto que la proporcion de agua es mas corta y la de materias fijas mas crecida; la del suero mas débil y la de los glóbulos mayor en la sangre del hombre que en la de la mujer, en la de los adultos que en la de los niños ó ancianos (prescindiendo de los primeros dias que siguen al nacimiento); en la sangre de los individuos bien mantenidos que en las de poco ó mal alimentados; en la sangre de los sugetos sanguíneos que en la de los linfáticos del mismo sexo; en la de los individuos de pulso lleno, ancho, con venas superficiales muy abultadas, que en los de pulso débil, pequeño, de venas superficiales apenas perceptibles.

Se observa por el contrario, á consecuencia de las pérdidas de sangre y sangrías sucesivas, que la proporcion de los glóbulos disminuye notablemente. Estos resultados son de la mayor importancia, sobre todo admitiendo que los glóbulos tienen una accion escitante sobre el sistema nervioso, mucho mas enérgica que el suero.

Sangre de diversos animales.—La comparacion de la sangre de los diferentes animales ha descubierto particularidades muy interesantes, que han sido observadas especialmente por Hewson, Prevost y Dumas. Estos últimos han visto que los glóbulos eran circulares en todos los mamíferos; su tamaño varía de un animal á otro. Segun Hewson, los glóbulos no son todos de igual diámetro en un mismo animal, lo que podria servir para esplicar las grandes diferencias que se advierten entre las medidas dadas por diversos observadores: segun este mismo anatómico, en una especie determinada de animales los glóbulos cambian de dimensiones con la edad.

Segun Prevost y Dumas, los glóbulos son elípticos en las aves; varian poco de tamaño en esta clase, y la variaciou no se hace sino sobre el grande eje: son elípticos en todos los animales de sangre fria. Una consecuencia muy importante que estos sabios observadores han deducido esperimentalmente de estos hechos, es que á la trasfusion se sigue inmediatamente la muerte, cuando se ejecuta en animales, cuyos glóbulos tienen una figura diferente; siendo la misma y las dimensiones distintas, no se re-

anima el animal sino imperfectamente, y apenas se le puede conservar por mas de seis dias.

Las aves son los animales cuya sangre es la mas rica en glóbulos; los mamíferos despues, y parece que los carnívoros tienen mas que los herbívoros. Los animales de sangre fria son los que poseen menos glóbulos.

Usos tecnológicos de la sangre.—Se emplea para clarificar el azúcar y para elaborar el prusiato de potasa y el azul de Prusia.

Bilis.—Es un líquido muy importante segregado por el hígado: ha sido examinado por un gran número de químicos distinguidos, entre los que debemos citar á Berzelius, Braconnot, Thenard y Gmelin. En la esposicion rápida que vamos á hacer de la bilis, tomaremos particularmente por guia los trabajos publicados en 1838 por Demarçay. Los caracteres físicos de la bilis, su homogeneidad, consistencia viscosa, suma solubilidad en el agua, energía para retenerla ó apoderarse de ella, y además la propiedad notable que posee de disolver las grasas en gran cantidad, la acercan de tal modo á los jabones que los primeros observadores debieron clasificarla entre ellos.

En todos los esperimentos que se hacen sobre la bilis, se ve reaparecer una sustancia dotada de los mismos caracteres físicos y químicos, dando siempre por su descomposicion los mismos productos, poco numerosos y fáciles de distinguir. Cuando se meditan con atencion los trabajos hechos sobre la bilis, se ve reaparecer á cada instante un ácido particular, ya aislado y casi puro, como en la resina biliar de Berzelius, ya mas ó menos descompuesto, como en la de Thenard y Gmelin.

La descomposicion de la bilis es tan sencilla, tan clara, que es imposible, despues de haberla visto, no reconocer en la resina biliar y la taurina de Gmelin productos de descomposicion; la bilis contiene además una materia crasa muy importante llamada *colesterina*.

Pasemos al presente á la descricion del ácido particular de la bilis llamado *coléico* y á la de los tres productos de su descomposicion, *ácido coioídico*, *taurina* y *ácido cólico*.

Acido coléico.—Combinado con la sosa, forma la $\frac{9}{10}$ al menos de la bilis del buey: aunque separado con facilidad de ella es difícil obtenerle puro.

Método de prepararle: se disuelven en 100 partes de agua 10 de bilis tratada anteriormente por el alcohol: se añaden 2 de ácido sulfúrico diluido en 10 de agua, y se hacen evaporar en una cápsula á un calor suave. Cuando el líquido se enturbia, principian á aparecer en la superficie gotitas oleaginosas, se le deja enfriar, y se le abandona por 8 ó 10 horas, al cabo de cuyo tiempo el ácido coléico se separa en forma de una masa verde, de consistencia de aceite de oliva cuajado. Se decanta el líquido, se filtra con el fin de separar el ácido margárico y la colesterina que flotan en la superficie, y se le hace evaporar de la misma manera hasta

la separacion de una nueva cantidad de ácido que se deja depositar y separar. Se recoge hasta que la disolucion se reduzca á un cuarto de su volúmen, pues mas adelante daria tal vez productos mezclados con ácido coloídico. Los depósitos lavados con un poco de agua destilada se reunen disueltos en alcohol, y se les añade con precaucion algunas gotas de agua de barita, á fin de separar el ácido sulfúrico libre. La disolucion, filtrada y evaporada hasta consistencia de jarabe, es agitada con éter que quita el poco de ácido margárico que podia quedar; se separa despues este éter; y se evapora todo lo posible en baño maría: el ácido se hace de cada vez mas pastoso: se le trasporta todavía caliente bajo el recipiente de la máquina neumática y se hace el vacío con viveza. La masa se levanta, se infla mucho y abandona un gran parte del agua que contiene. Repitiendo dos ó tres veces esta maniobra se obtiene el ácido coléico seco ó en masa amarilla muy esponjosa y friable, que absorbe con rapidez la humedad del aire: su sabor es amargo irritante: es casi insoluble en el éter; soluble en el alcohol y bastante en el agua; sus disoluciones enrojecen fuertemente el papel de tornasol; descomponen en frio con viva efervescencia los carbonatos alcalinos; los ácidos clorhídrico, sulfúrico y fosfórico le descomponen en ácido coloídico y taurina.

El ácido coléico se compone de 41 átomos de carbono, 66 de hidrógeno, 2 de ázoe y 12 de oxígeno.

Acido coloídico.—Para prepararle se disuelve la bilis en 12 ó 15 partes de agua: se hace hervir con un esceso de ácido hidroclórico por espacio de tres ó cuatro horas y se deja enfriar: se decanta el líquido, y se le separa el ácido coloídico del hidroclórico que le retiene, lavándole muchas veces con agua destilada: se disuelve despues en alcohol; se agita la solucion con éter para separar la colesterina y el ácido margárico; se evapora á sequedad en baño maría. Entonces es un ácido craso, fijo, seco, fusible á 100°, de color amarillo, inodoro, de sabor muy amargo, y fácil de reducir á polvo.

Acido cólico.—Resulta por la accion de la potasa sobre la bilis. Se le obtiene bajo forma de cristales incoloros, trasparentes: es muy soluble en alcohol y éter, insoluble en el agua.

Taurina.—Cristaliza muy bien en prismas regulares; los cristales crujen con el diente, y tienen un sabor picante, que ni es dulce ni salado; no se conducen ni como ácidos ni como álcalis, y son inalterables al aire, aun á 100°. Calentada á fuego desnudo la taurina se funde en un líquido espeso, ennegrece, se infla, exhala un olor dulce y empireumático bastante semejante al añil que se quema, y deja un carbon fácil de arder. A 12° la taurina exige 15 partes y $\frac{1}{2}$ de agua para disolverse: el agua hirviendo disuelve mas todavía, y el esceso cristaliza por enfriamiento: el alcohol hirviendo de 0,835 no disuelve mas que $\frac{1}{573}$ de su peso: es casi insoluble en el alcohol anhidro.

Colesterina.—Composicion: $C^{38}H^{63}O$. La colesterina es sólida, cristaliza en hojas blancas de un brillo nacarado, blanca, inodora, insípida, y mas lijera que el agua: la colesterina fundida á+317° disuelve un poco el agua: se disuelve en $\frac{1}{9}$ de alcohol hirviendo, de una densidad de 0,84 y en la mitad de su peso de éter hirviendo; espuesta á la accion del fuego en vaso cerrado, se sublima en gran parte sin alteracion; bajo la influencia del aire arde como la grasa. El ácido nítrico la trasforma en ácido colestérico y tanino artificial: el sulfúrico la ennegrece sin disolverla; los álcalis no tienen accion sobre ella. La colesterina existe en la bilis, los cálculos biliares del hombre, en el aceite de huevo y en el suero de la sangre.

Usos de la bilis del buey.—Esta materia conocida con el nombre de *hiel de buey* y *amarga* es empleada por los quitamanchas para quitar las de grasa en los tejidos que son alterables por los álcalis y el jabon, porque en razon de su lijera alcalinidad se mezcla muy bien con los cuerpos crasos, que disuelve en gran parte, ó lleva á un estremo de grande division. Los pintores á la aguada y miniatura, así como los iluminadores, hacen igualmente uso de ella para dar mas brillo y vivacidad á los colores, que fija mas fácilmente sobre los cuerpos pulimentados, y los conserva mejor que las demás materias viscosas.

Como la bilis entra en putrefaccion prontamente en los tiempos templados y húmedos, se la reduce á menudo á la consistencia de estracto despues de haberla hecho hervir y espumar: esto se llama entonces *hiel de buey concentrada*, que se diluye simplemente en el agua para usarla; como el color propio de la bilis altera mas ó menos algunos colores de las pinturas, tal como el azul que le hace parecer verde y el carmin que le rebaja, se la decolora por medio del procedimiento indicado por Tomkins, químico inglés. Para esto, despues de haberla hecho hervir y espumar, se la reparte en dos frascos, en uno de los cuales se añaden 32 gramos de alumbre, y en el otro 32 de cal por litro: se deja reposar hasta que los líquidos esten claros; se les decanta, se les mezcla y se deja reposar de nuevo; se filtra despues y se obtiene de este modo un liquido incoloro, que se conserva muy bien, llamado *hiel de buey purificada*.

Orina.—Este liquido ha sido estudiado por un crecido número de químicos, cuyo estudio ha conducido al descubrimiento de muchos principios inmediatos muy importantes: es el medio de eliminacion mas poderoso de la organizacion animal. La mayor parte de las materias que son ó impropias á la digestion, ó que causan desórdenes en las funciones de los órganos de los animales, son eliminadas por la orina.

Composicion de la orina segun un antiguo análisis de Berzelius: agua 933; urea 30, 10; ácido láctico libre, lactato amónico, estracto de carne soluble en alcohol, materias estractivas solubles únicamente en el agua, 17, 14; ácido úrico 1,00; mo-

co vesical 0,32; sulfato potásico 3,71; sulfato sódico 3,16; fosfato sódico 2,94; bifosfato amónico 1,65; cloruro sódico 4,45; cloruro amónico 1,50; fosfato cálcico y magnésico 1,00; sílice 0,03.

Estudiaremos los dos principios característicos de la orina, que son la urea y el ácido úrico.

Urea.—Fue aislada por Fourcroy y Vauquelin en su famoso trabajo sobre la orina. Pelouze ha probado que la urea existia en estado de libertad en la orina. Método de obtenerla en estado de pureza. Despues de haber evaporado la orina, se la deseca todo lo posible en el baño maría, y se trata el residuo por el alcohol anhidro, para despojarle de todo lo que este menstruo puede quitarle: despues se saca el alcohol por destilacion en baño maría: se disuelve el residuo amarillo en una cantidad de agua, y se le hace digerir con un poco de carbon animal, lo que le vuelve casi incoloro: se filtra entonces el líquido calentándole hasta 50°, despues se le satura de ácido oxálico todo lo que puede disolver en esta temperatura: por enfriamiento depone cristales incoloros de oxalato de urea: elevando la temperatura á cerca de 100°, durante la disolucion del ácido oxálico, el líquido resulta de un pardo subido y toma un olor desagradable. El oxalato de urea, que cristaliza despues, es de un hermoso color rojo y alguna vez rojo oscuro: este color se le puede quitar por una corta cantidad de carbon animal. Despues de haber reunido los cristales, se los separa del agua madre lavándolos con un poco de agua de nieve; luego se les disuelve en agua hirviendo á la que se añade muy poca cantidad de carbon animal, se filtra el líquido y el oxalato de urea cristaliza de color blanco como la nieve.

Los cristales se disuelven en agua hirviendo, se mezcla el líquido con carbonato de cal en polvo fino que la descompone con efervescencia. No enrojeciendo ya el líquido el tornasol, se filtra para separar el oxalato de cal que se ha descompuesto, y se le evapora á sequedad en baño maría. De este modo se obtiene una masa blanca de aspecto salino, que es la urea, pero todavía mezclada con el oxalato alcalino: para separarla de todas las impurezas se la trata por el alcohol, que es mejor cuanto mas concentrado, el cual deja sin disolver una corta cantidad de una combinacian química de oxalato alcalino y de urea.

Prout ha visto que la composicion de la urea es tal, que cuando un átomo de esta sustancia descompone otro de agua, resulta precisamente uno de carbonato de amoníaco, sin que quede nada de los principios constituyentes del agua, ni de la urea. Fórmula correspondiente al análisis de Prout: $N^2 C H^4 O$.

Por enfriamiento repentino de su disolucion cristaliza en agujas finas de un brillo sedoso; por la evaporacion espontánea toma la forma de prismas de cuatro caras, largos, estrechos é incoloros; el mejor modo de obtenerla cristalizada es dejar enfriar lentamente la disolucion alcohólica saturada é hirviendo: segun Prout contiene siempre una base cristalizando en hojitas: es inodora, tiene un sabor fresco parecido al nitro: no reacciona ni

como ácido, ni como álcali; pero se combina muy bien con los primeros: su densidad es de 1,35: el agua hirviendo la disuelve en toda proporcion; á 15° al menos su peso: el alcohol á 0,816 á 15° disuelve $\frac{1}{3}$ de su peso: hirviendo, uno igual al suyo. Calentada á 120° se funde sin descomponerse; pero á algunos grados mas entra en ebullicion; se sublima carbonato de amoniaco; la masa en fusion toma poco á poco el aspecto de papilla y queda un polvo de color gris blanco, que es el ácido *cianúrico*. Woelher ha sido quien descubrió esta reaccion notable.

Acido úrico.—Fue descubierto por Scheele y le llamó *litico:* existe en la orina del hombre y de los animales carnívoros; pero no en la de los mamíferos herbívoros. Se la estrae fácilmente de los escrementos de las aves carnívoras ó de los de las serpientes, que se apuran desde luego por el agua, alcohol y ácido hidroclórico, y se forma con la potasa un urato alcalino que puede cristalizar, y que se descompone por el ácido clorhídrico: forma escamas cristalinas, blancas: no tiene sabor ni olor: es soluble en 1720 partes de agua fria y en 1400 de agua hirviendo: es insoluble en alcohol y éter: descomponiéndole por el fuego da ácido cianúrico combinado con la urea: calentado con ácido nítrico, presenta un hermoso color rojo.

Acido urobenzóico, hipúrico (Liebig).—Se habia indicado el ácido benzóico como una parte constituyente de la orina en los mamíferos herbívoros y en los niños muy pequeños: Liebig ha probado que era un ácido particular; faltan generalmente los fosfatos en las orinas de los herbívoros y son reemplazados por los carbonatos.

Los químicos que han tenido ocasion de preparar el ácido hipúrico pudieron apercibirse de la dificultad que se encuentra en evitar que la orina de caballo no se modifique por la evaporacion hasta el punto de dar, en lugar de ácido hipúrico, el benzóico ó al menos la mezcla de los dos ácidos; y parece cierto que Fourcroy y Vauquelin anunciando que se sacaba ácido benzóico de la orina de los animales herbívoros, no se habian engañado.

Fórmula del ácido hipúrico: $C^{18} H^{16} N^2 O^5 + H^2 O$.

La orina considerada en su estado ordinario, arrojada al momento de despertar, tiene los caracteres siguientes: es clara, de un amarillo de ámbar, de un olor aromático particular que desaparece por enfriamiento, de un sabor desagradable, salado y amargo; con frecuencia se enturbia por enfriamiento, y entonces deposita un sedimento gris ó rojo pálido que se redisuelve calentándola á 37°; enrojece manifiesta y fuertemente el tornasol como los ácidos; su densidad por término medio es de 1,0125: en las enfermedades llega alguna vez á 1,050, pero esto es mala señal. Abandonada á sí misma la orina se hace mas pálida despues de algunos dias, adquiere olor débilmente amoniacal, y al mismo tiempo desagradable, reacciona á manera de álcali, se cubre de una película mucilaginosa blanca, en la cual, así como en la pared interna de la vasija, se depositan pequeños

cristales blancos: estos cristales son de fosfato amoníaco-magnésico: poco á poco la orina se vuelve de tal modo alcalina, que hace efervescencia con los ácidos y se la puede emplear en las artes como disolucion poco concentrada de carbonato de amoníaco: en tanto que tienen lugar estos fenómenos se concentra por efecto de la evaporacion espontánea, y deposita cristales cúbicos amarillos de sal amoníaco, despues octaedros amarillos de cloruro de sodio, y en fin lo que se llama sal *microcósmica* ó *sal fusible de la orina*, que es el fosfato amónicosódico: el agua madre es entonces un jarabe pardo y fétido.

La orina no se coagula por la ebullicion: da por destilacion una disolucion estremadamente fétida é incolora de carbonato de amoníaco, sal que se forma durante la ebullicion.

Cálculos urinarios.—Cuando por efecto de una enfermedad de los riñones y de un desórden en la secrecion de estos órganos cambia la naturaleza de la orina; cuando por falta de bebidas acuosas bastante abundantes se concentra el mismo líquido, ó por una circuntancia cualquiera se produce uno de los materiales poco solubles de él en gran cantidad, sucede entonces que se forman en la vejiga depósitos ó concreciones conocidas con el nombre de *arenillas*, *cálculos urinarios*. Estos son de naturaleza muy variable: tan pronto estan formados de una sola sustancia, como el ácido úrico, que es muy frecuente, y el *oxalato de cal*, que es muy duro y cubierto de rugosidades que causan grandes dolores; tan pronto de muchas materias sobrepuestas. Se ha dado el nombre de *litontríticos* á los agentes propios para disolver los cálculos urinarios. Se han ponderado mucho los bicarbonatos alcalinos; pero como he dado en el *Anuario de terapéutica* de 1842 las reglas que se deben seguir para que surtan buen efecto, me limito á decir aquí que los litontríticos no son real y seguramente útiles sino cuando las orinas quedan claras despues del enfriamiento. Suele obtenerse este resultado tomando muchas bebidas acuosas.

Lista de las materias encontradas en los cálculos urinarios: 1.° ácido úrico; 2.° urato de sosa; 3.° urato de amoníaco; 4.° fosfato de cal; 5.° fosfato amoniaco-magnésico; 6.° el subfosfato cálcico y el fosfato amoníaco-magnésico; se les llama cálculos fusibles; 7.° carbonato de cal, raro en el hombre y frecuente en los animales; 8.° oxalato de cal ó cálculo mural; 9.° cistina, y 10.° sílice.

LECHE.—Este líquido, segregado por glándulas propias de las hembras de los animales mamíferos, ha sido objeto de estudios para un gran número de químicos. Geoffroy, Beaumé, Rouelle el jóven, Scheele, Parmentier, Deyeux, Fourcroy, Vauquelin, Proust, Braconnot, Berzelius, Chevalier y Henri, Donné y Quevenne son los que han enriquecido su historia.

Propiedades.—La leche es blanca opaca, cualidad que debe á una combinacion emulsiva de cáseo y manteca. El líquido en que nadan las partes emulsivas tiene en disolucion, cáseo, azúzar de leche, materias estractivas, sales y ácido láctico libre,

al cual debe la propiedad de enrojecer, aun en el estado fresco, el papel de tornasol. La leche contiene de 12 á 13 por 100 de materias sólidas, segun Quevenne; mas esta cantidad varía considerablemente segun los animales y segun su alimento. La leche por el reposo se separa en dos partes; la crema, que es mas lijera, viene á sobrenadar.

Se admite generalmente que el álcali que contiene la leche se encuentra en combinacion con el ácido láctico; pero este ácido no ha sido aun observado en la leche fresca, y sábese que se forma en el momento en que la leche sale de la ubre, y que su cantidad aumenta mas y mas, hasta que resulta la descomposicion del caseato alcalino, es decir, la coagulacion de la leche y la formacion del lactato de caseina (cáseo).

La leche evaporada al aire libre se cubre de una película compuesta principalmente de cáseo: una vez llegada á cierto grado de concentracion, se coagula espontáneamente.

Gay-Lussac ha visto que la leche fresca calentada á 100°, repitiendo esta operacion todos los dias, se puede conservar meses enteros sin que se agrie. A mas de 15° la leche absorbe el oxígeno del aire y se vuelve agria: de 20 á 25° esta acidificacion se opera en el espacio de algunas horas, y la leche se coagula haciéndola hervir. Una leche ya agria puede aun ser hervida teniendo la precaucion de saturar su ácido libre con carbonato de potasa ó sosa. Durante la acidificacion de la leche, se forma ácido láctico que convierte el cáseo en un cuajaron gelatinoso, combinacion de esta materia con el ácido láctico; cuando queda escurrido se le conoce con el nombre de *requeson*.

Cuando se mezcla la leche con los ácidos, la materia caseosa se precipita combinada con el ácido y envolviendo á la manteca que se precipita al mismo tiempo: el precipitado se redisuelve por los álcalis; mas esta disolucion se opera con dificultad cuando la leche ha hervido. Los hidratos de las tierras alcalinas coagulan la leche: todas las sales térreas y metálicas que precipitan la disolucion de albúmina la coagulan tambien; muchas materias orgánicas obran sobre este líquido. La *pinguicula vulgaris* la espesa considerablemente y la hace formar hebra; el *tanino* y muchas materias vegetales la coagulan; pero la sustancia mas notable bajo este respecto es el cuajo.

Cuajo.—Se nombra así la membrana mucosa del estómago de las terneras que no se alimentan sino de leche. Se da en Francia comunmente este nombre á todo el estómago de la ternera que contiene leche cuajada; es mas estimado cuanto mas contiene. Se prepara en Borgoña el cuajo mezclando con las materias contenidas en este estómago crema, sal y pimienta, en gran proporcion para que pueda secar el estómago: se da la preferencia al cuajo de seis meses de conservacion para hacer el queso. Aun no se sabe cómo el cuajo determina la coagulacion de la leche: se creia que era efecto del ácido del jugo gástrico; pero es menester buscar otra causa de este fenómeno notable, que no puede compararse sino á la accion de la diastasa; porque Berzelius

apuró por el agua la membrana mucosa de un estómago de ternera, y una parte del peso de esta membrana coaguló á 50° 1,800 de leche sin crema, y esta membrana pesaba aun 0,94 despues de la accion.

Leche de mujer.—Su densidad, por término medio, es de 1,020: contiene 12 por 100 de sustancias fijas. El carácter esencial de la leche de mujer consiste en que la materia caseosa que se encuentra allí disuelta forma combinaciones solubles con los ácidos. Entre la leche de 15 mujeres examinada por Moggenhofen no se han encontrado mas que tres que fuesen coagulables por los ácidos clorhídrico y acético, pero el cuajo la coagula regularmente. Análisis de la leche de mujer por Moggenhofen: 1.° estracto alcohólico con manteca, ácido láctico, lactato, cloruro sódico y acúcar de leche, 9,13; 2.° estracto acuoso, azúcar de leche y sal, 1,14; materia caseosa coagulada por el cuajo, 2,41; agua, 87,25.

Leche de vacas.—Su densidad, segun Quevenne, es de 1,029 á 1,033 en la leche con su crema, y de 1,033 á 1,037 en la que carece de ella, y la de la crema es 1,0244.

La composicion de la leche de vacas, segun el término medio de seis análisis hechas por Quevenne, es la siguiente: manteca 3,38, materias caseosas 3,57, lactina, materias estractivas 5,85 y agua 87,20.

La *leche de cabra* tiene un peso específico de 1,036, olor á cabruno, mas fuerte cuando la cabra que la suministra es de color subido, que cuando su pelo es de un tinto claro; da mucha crema y manteca: esta última, además de los otros ácidos de la manteca, contiene el ácido hírcico, al cual es debido el olor particular de la leche de cabra: esta leche da tambien mucha materia caseosa, que se hace densa y firme perdiendo con facilidad su suero. Payen ha encontrado en 100 partes: manteca 4,08, materia caseosa 4,52, residuo sólido del suero 5,86 y agua 85,50.

Leche de burra.—Difiere mucho de las otras leches por la proporcion considerable de azúcar que contiene: al predominio de esta materia probablemente se debe atribuir la mayor parte de sus propiedades médicas. 400 partes de leche de burra contienen materias sólidas 9,53 y agua 90,47. Las materias sólidas son: manteca 1,29, azúcar 6,29 y cáseo 1,95. La proporcion de las materias sólidas obtenidas varía entre 7 y 11 por 100 de leche; algunas veces, aunque raras, es menos de 7.

Conservacion de la leche.—Muchos se han ocupado en resolver este problema: el procedimiento de Appert, que describiremos despues, da una solucion completa; pero su ejecucion es embarazosa; Braconnot ha dado un medio de ejecucion mucho mas pronto y cómodo. Se hacen coagular tres litros de leche fresca con ácido clorhídrico (es menester no emplear el del comercio, sino el ácido puro, porque sin esta precaucion el producto es de muy mala calidad) á una temperatura de 40°; se esprime, se lava, se disuelve el cuajaron en una solucion de 5 gramos de carbonato de sosa cristalizado; calentando en baño maría se ob-

tiene medio litro de crema espesa: mezclado con la mitad de su peso de azúcar en polvo, se obtiene una *conserva de leche*, á la que no se hará mas que añadir el agua para regenerar la leche. Grimaud y Gallais han dado otro método para su conservacion llaman *lacteina* al producto que preparan por la evaporacion: obtenida por medio del aire frio puesto en movimiento en el liquido. La lacteina contiene todos los cuerpos fijos de la leche: se puede regenerar esta añadiendo á la lacteina 9 partes de agua.

Falsificacion de la leche.—Casi toda la leche que se consume en París con la simple denominacion de *crema* ó de *crema para café* no es sino leche pura ó con un poco de la verdadera crema; en cuanto á esta última no se vende sino poca y con el nombre de *crema doble*. Todo cuanto se dice en general respecto á las falsificaciones de la leche es ó erróneo, ó al menos exagerado: parece reducirse en casi todos los casos á una sustraccion de crema y á una adicion de agua.

Sin embargo, se asegura que se reemplaza alguna vez la crema con sesos de ternera diluidos en agua. Para descubrir este fraude, se trata de preparar sencillamente manteca con esta crema artificial: para conocer la adicion del agua y sustraccion de la crema, Quevenne ha propuesto el uso de dos instrumentos: 1.º el *lacto-densímetro*, que da, como su nombre lo indica, la medida de la densidad de la leche, y entre otras cosas hace conocer cuánto cáseo y azúcar de leche tiene mezclada; y 2.º el *cremómetro*, que sirve para medir la crema y permite tambien calcular la proporcion de manteca en la leche de un modo aproximado.

Es la leche el mas admirable alimento que la química mas perfecta puede inventar; contiene una sustancia animalizada, el cáseo; materia crasa, la manteca; principio no azoado de naturaleza variable el azúcar de leche, y fosfato de cal; todos principios útiles como elementos reparadores ó nutritivos de la economía animal.

Azúcar de leche (lactina). Se obtiene evaporando el suero en consistencia de jarabe y abandonando el producto por muchas semanas á la cristalizacion: cuando está pura afecta la forma de prismas de cuatro caras, terminados por pirámides cuadriláteras: puesto en los dientes cruje, tiene sabor azucarado y al mismo tiempo arenoso: se disuelve en agua con mucha lentitud: para esto exige 3 partes de agua hirviendo y cerca del doble de fria: poco soluble en el alcohol y menos cuanto mas anhidro: insoluble en el éter: está compuesta de carbono, oxígeno é hidrógeno; tratada por el ácido nítrico, da como las gomas ácido múcico.

El azúcar de leche se tiene como atemperante y analéptico: en la dosis de 30 gramos por litro de agua forma una tisana calmante y diurética lijeramente. Hahnemann la ha elegido como escipiente de los medicamentos homeopáticos.

MANTECA DE LECHE.—Está compuesta de oleina, estearina y

butirina; esta última es una grasa líquida que por la saponificacion se convierte en ácidos butírico, cáprico y capróico.

Huevos.—Generalmente el huevo de gallina (*gallus domesticus*, L.) es el que se usa: es uno de los alimentos mas completos que se puede imaginar, porque contiene una reunion de principios necesarios á la economía animal y que se asimilan fácilmente; asi que es una buena comida para los convalecientes: se distinguen en el huevo dos partes esenciales, la yema y la clara; esta última parte se compone de celdillas flojas, llenas de un líquido albuminoso: la clara de huevo sirve para confeccionar el agua albuminosa, útil como contraveneno de muchas sustancias metálicas: la *yema de huevo* ha sido exáminada por Bostock, Lecanu y Chevreul, quienes han encontrado en ella: materia gelatinosa, albúmina, aceite fijo, materia parda, soluble en el alcohol, colesterina, dos materias colorantes, una rojiza y otra amarilla; esta tiene mucha analogía con la bilis.

§ VI. Aplicaciones principales.

Principios generales de los tintes.—El arte de tintorero consiste en fijar en las telas por medio de la atraccion molecular las materias que obran sobre la luz de otro modo que las superficies de ellas: se designan con el nombre de *materias colorantes* las sustancias que suministran los principios colorantes que se fijan sobre los tejidos; estas materias estan repartidas en un gran número de especies orgánicas. Se encuentran raices (ancusa, cúrcuma y rubia), tallos (sándalo, campeche, brasil y quercitron), hojas, flores, frutos ó semillas (granos de Persia y de Aviñon) coloreados mas ó menos fuertemente, y se conocen animales enteros (cochinilla y quermes) y líquidos que circulan en las diferentes partes de sus cuerpos (sangre, bilis, etc.), que presentan colores muy vivos y que suministran materiales indispensables al arte de la tintorería.

Historia del tinte.—Presentaremos, tomando á Berthollet por guia, un bosquejo rápido de la historia del tinte. Este arte se ha ejercido con buen resultado en los tiempos mas remotos de que hace mencion la historia en las Indias, Persia, Egipto y Siria. La sagrada escritura contiene muchos testos que prueban conocimientos de los antiguos en el arte de la tintorería: Salomon hacia venir de Tiro telas teñidas de azul, escarlata y carmesí.

El arte de teñir parece haber sido desconocido en la Grecia antes de la invasion de Alejandro en las Indias. Plinio refiere que se teñian allí las velas de los navíos de diferentes colores: hay sospechas de que los griegos tomaron este arte de los indios.

La India es la cuna de los conocimientos y artes que se estendieron despues y perfeccionaron en las demás naciones; pero la division inalterable de las razas puso prontamente obstáculos á la industria: las artes se estacionaron, y se cree que en tiempo de Alejandro se encontraban los tintes casi en el mismo estado

que hoy respecto á las telas de algodon y lana, porque la seda era allí desconocida todavía, ó al menos muy escasa.

Los hermosos colores que se observan en las telas de indias, á las que se da el nombre de persas, porque es por el comercio de Persia por donde llegan á nosotros, podrian hacer creer que el arte de la tintorería se ha llevado allí á un gran grado de perfeccion; pero los procedimientos de los indios son tan complicados, largos é imperfectos, que serian impracticables en otra parte por la diferencia de precio de la mano de obra. La industria europea les ha aventajado bien pronto por la correccion del dibujo, la variedad de matices y sencillez de las manipulaciones; y si no ha podido llegar á la vivacidad de dos ó tres colores, es menester atribuirlo á la superioridad de algunas sustancias colorantes, ó tal vez á la duracion y multiplicidad de las operaciones.

El arte de la tintorería estaba menos estendido y perfeccionado entre los antiguos que entre los modernos; pero aquellos poseian un tinte que se ha perdido ó descuidado, y que era objeto del lujo mas esquisito, á saber, la púrpura: sus procedimientos han atraido mas la atencion de los filósofos, y se han conservado mejor en los monumentos históricos que los otros colores: grandes indicios hay de que su descubrimiento se hizo en Tiro, y que contribuyó mucho á la opulencia de esta ciudad célebre. El zumo de que se servian para teñir de púrpura se sacaba de dos principales especies de mariscos: el mayor llevaba el nombre de *púrpura (murex brandaris)* y el otro era un *caracol (purpura capillus).*

El zumo colorante de las púrpuras se halla contenido en vasos que se encuentran en su gaznate: no sacaban de cada marisco mas que una gota de este líquido: aplastaban los caracoles, que contenian tambien una muy corta cantidad de un líquido incoloro, que espuesto á la luz difusa se teñia al principio en amarillo, despues en color de limon, luego en verde, en rojo, y últimamente, despues de 24 horas, en uno muy hermoso de púrpura estremadamente sólido. Los moluscos que suministraban la púrpura abundan en el Mediterráneo y aun en el Canal de la Mancha.

La cortísima cantidad de líquido que se sacaba de cada marisco y lo largo del procedimiento del tinte daban á la púrpura un precio tan alto, que no se podia tener, en tiempo de Augusto, una libra de lana teñida en púrpura de Tiro por mil dineros (unos 2500 reales).

La púrpura fue casi en todas partes un atributo de elevado nacimiento y de dignidades. Servia de condecoracion á los primeros magistrados de Roma; mas el lujo que llegó al esceso en aquella capital del mundo, le hizo de uso comun á las personas opulentas, hasta que los emperadores se reservaron el derecho de llevarla; bien pronto se hizo el símbolo de su inauguracion; establecieron oficiales encargados de velar sobre este tinte en los talleres, donde se preparaba para ellos solos, principalmen-

te en Fenicia. Pena de muerte se decretó para todo el que tuviere la audacia de vestir de púrpura, aunque la cubriese de otro tinte.

El castigo decretado contra este estraño crímen de lesa magestad fue sin duda la causa que hizo desaparecer el arte de teñir en púrpura, al principio en Occidente y mucho mas tarde en Oriente, donde este arte estaba aun en vigor en el siglo XI.

Se sacaba del *coccus*, que conocemos con el nombre de *quermes*, un color que no era menos estimado que la púrpura, y que se mezclaba alguna vez con ella. Plinio refiere que se empleaba para las vestiduras de los emperadores. Se la daba ordinariamente el nombre de escarlata, pero se la confundia algunas veces con la púrpura.

Parece que solo en el siglo de Alejandro y sus sucesores fue cuando los griegos procuraron dar alguna perfeccion al negro, azul, amarillo y verde.

Si hemos descuidado en proporcionarnos la púrpura, si no se ha procurado aprovechar las pruebas que algunos modernos han hecho sobre este color, es porque hemos adquirido colores mas hermosos y mucho menos caros.

Del Nuevo Mundo tenemos muchas sustancias que se usan en la tintorería, á saber, la cochinilla, el palo del brasil, el campeche y achiote. Debemos sobre todo la superioridad de nuestros tintes á la preparacion del alumbre y á la disolucion de estaño que presta tanto brillo á muchas sustancias colorantes.

La seda que se ha hecho tan comun entre nosotros, y que toma colores tan vivos y tan brillantes; el movimiento rápido del comercio que pone al alcance de las clases menos acomodadas los goces de las producciones de la China é Indias; la industria activa, ilustrada y refinada por la competencia de diferentes pueblos de Europa que procuran contrapesar sus medios de poderío; todas estas circunstancias ponen un intervalo inmenso entre el lujo mas familiar entre nosotros y el de la opulencia de algunos particulares entre los antiguos; pero antes de adquirir esta superioridad, la Europa ha sufrido todas las devastaciones de la barbarie.

En el siglo V todas las artes se perdieron en el Occidente; mejor se conservaron en el Oriente, y se sacaron de allí hasta el siglo XIII los objetos de lujo que algunos grandes podian procurarse.

Hácia el año de 1300, se refiere haberse hecho el descubrimiento de la orchilla casualmente por un comerciante de Florencia: habiendo este notado que la orina daba un hermoso color á una especie de musgo, hizo tentativas y aprendió á preparar la orchilla; tuvo este descubrimiento secreto por muchos años: sus descendientes, de que queda todavía una rama, segun referencia de Domingo Manni, conservan aun el nombre de *Rucelai*, de la palabra española *oreja*, que llevaba la especie de musgo.

Las artes continuaron cultivándose en Italia con buen resul-

tado, que se acrecentó durante largo tiempo. En 1429 apareció en Venecia la primera recopilacion de los procedimientos empleados en los tintes con el nombre de *Mariegola del arte de itentori*; y en 1510 se hizo una segunda edicion muy aumentada.

No se menciona en esta obra el uso del añil: es probable que los indios se sirviesen de él en los tintes; parece tambien que el primero que se usó en Europa nos fue traido de las Indias orientales por los holandeses. Su cultivo se estableció al principio en Méjico y de allí pasó á otras partes de América, donde ha adquirido cualidades superiores al que nos viene todavía de las Indias.

Por muchos años la Italia, y particularmente Venecia, poseyó casi esclusivamente el arte de la tintorería, que contribuia á la prosperidad de sus manufacturas y de su comercio; pero poco á poco este arte se introdujo en Francia. Gil Gobelino, que habia tenido comunicacion del procedimiento de la verdadera escarlata, fundó un establecimiento en el punto que lleva su nombre: se miró esta empresa como tan temeraria que se dió al establecimiento el nombre de *Locura Gobelina*: el resultado admiró de tal modo á nuestros crédulos antepasados que creyeron que Gobelino habia hecho pacto con el diablo.

El descubrimiento del tinte de escarlata se le puede mirar como la época mas señalada del arte de teñir. Los antiguos habian dado el nombre de escarlata al color que obtenian del quermes, y que estaba muy lejos de tener la belleza del que designamos de este modo.

Habiendo observado los españoles que los habitantes de Méjico se servian de la cochinilla para dar color á sus casas y teñir el algodon, informaron al gobierno de la belleza de este color, y Hernan Cortés recibió órden, en 1523, de hacer multiplicar el insecto precioso que le producia: no obstante esto, el color que da naturalmente la cochinilla es un carmesí bastante oscuro.

Poco tiempo despues que se conoció la cochinilla en Europa, un químico aleman, llamado *Kuster*, encontró el procedimiento de nuestra escarlata por medio de la disolucion de estaño, y llevó su secreto á Londres en 1643. Un pintor flamenco, apellidado *Gluck*, se procuró este secreto y lo comunicó á Gobelino; esta preparacion se esparció despues en toda Europa.

El uso del añil, que ha sido tambien una grande adquisicion para la tintorería, costó mas trabajo en introducirse que el de la cochinilla; fue severamente prohibido en Inglaterra en el reinado de Isabel, lo mismo que el palo de campeche, que estaba mandado quemar cuando se le encontrase en algun taller. Esta prohibicion duró hasta el reinado de Carlos II.

Se proscribió igualmente en Sajonia el uso del añil: se le trató, en la ordenanza que se hizo contra él y que recuerda el decreto contra el emético, de color corrosivo, de *alimento del diablo*.

A fines del siglo XVII se introdujo en Europa el arte de fabri-

car telas pintadas, que hasta entonces nos habia snministrado la Persia: este género de industria empezó en Francia en 1740. Las primeras fábricas de indianas se establecieron en París, Orange, Marsella y Nantes: el establecimiento de Jouy se creó en 1759 por Oberkampf.

Colbert dió á la industria francesa, que estaba en mucha decadencia, un vuelo que bien pronto la elevó á los adelantos de las otras naciones; llamó á los mas hábiles artistas, recompensó sus talentos y estableció muchas manufacturas. Constantemente se han ocupado en Francia en hacer florecer nuestra industria.

Dufay, Hellot y Macquer han sido encargados sucesivamente de ocuparse en la perfeccion del arte de teñir, y se les deben trabajos importantes. Dufay fue el primero que se formó ideas sanas sobre la naturaleza de las partes colorantes, y la fuerza con que se adhieren á las telas. Examinó con sagacidad algunos procedimientos, y estableció las pruebas mas seguras que pudo encontrar entonces para determinar de una manera pronta y usual la bondad de un color. Hellot publicó una descricion metódica de los procedimientos que se ejecutan en el tinte de lana, y Macquer una demostracion exacta de los que se hacen sobre seda, dando á conocer las combinaciones del principio colorante del azul de Prusia, procurando aplicar su uso en la tintorería, y facilitando un método para comunicar á la seda colores muy vivos por medio de la cochinilla.

Los sabios franceses han adelantado mucho en las investigaciones del arte de teñir, y veremos que lo que decia Home en el siglo último es aun verdadero hoy dia. Esplícase de este modo: «A la Academia de ciencias es á la que deben los franceses la superioridad que tienen en muchas artes, y especialmente en la de la tintorería.»

Berthollet dió á luz una obra importante sobre el arte de teñir; sus trabajos y los de Chaptal regularizaron la práctica de los talleres, perfeccionaron los procedimientos del blanqueo de las telas y sobre todo de los tejidos de algodon, cáñamo y lino, sacando partido de las maravillosas propiedades del cloro; pusieron en la apreciacion de las recetas de los tintes aquel espíritu filosófico que por sí solo podia librar el arte de las trabas en que la rutina y empirismo la habian aprisionado por tan largo tiempo. Al principio del siglo XIX se introdujo en los talleres el uso de las materias minerales para dar color á los tejidos, uniéndose sucesivamente las sales de hierro con el arseniato de cobre, el azul de Prusia, los sulfuros de arsénico, el cromato de plomo, el peróxido de manganeso, etc., productos todos que han suministrado á los fabricantes nuevos medios de variarlos y obtenerlos con mas economía.

Un químico contemporáneo, Chevreul, ya tan célebre por sus grandes investigaciones sobre los cuerpos crasos, aisló un gran número de principios colorantes, estudió la accion de los agentes químicos sobre ellos, y se hizo así fácilmente cargo

de las operaciones que tenian por objeto el fijar los colores sobre los tejidos.

Brancroff divide los colores en dos series, *sustantivos* y *adjuntivos*, segun sea su afinidad por los tejidos. Los primeros se combinan con las telas en virtud de su propia afinidad, y los segundos no se fijan sino por intermedio de otra sustancia.

Se llaman *mordientes* todas las sustancias que sirven de intermedio entre las materias colorantes y las que se han de teñir. El nombre de *mordientes* fue creado por los tintoreros franceses en la infancia del arte, cuando creian que la accion de los mordientes era mecánica, de una naturaleza corrosiva ó mordiente, sirviendo simplemente para abrir los poros de las telas en que despues podia introducirse la materia colorante. Dufay y Berthollet demostraron que su accion es del todo química, y tienen con la materia del tejido una afinidad, que es causa de su adherencia, al paso que la materia colorante se fija al mordiente por la afinidad que con él tiene. Los mordientes están en general tomados de las bases ú óxidos metálicos: su número es bastante limitado, porque era preciso reuniesen la doble condicion de poseer á la par una fuerte afinidad con la materia colorante y con la fibra orgánica; además las bases insolubles pueden por sí solas formar combinaciones insolubles con estas dos especies de cuerpos. Así, pues, aunque la cal, magnesia y el óxido de plomo, por ejemplo, poseen bastante afinidad con las materias colorantes, y aunque estos óxidos sean susceptibles de formar con ellas combinaciones insolubles, sin embargo no pueden igualmente servir de mordiente por la sola razon de que no gozan afinidad alguna con los tejidos. La esperiencia ha demostrado que entre todas las bases de alúmina, los óxidos de estaño y de hierro son los mejores mordientes; tambien el alumbre, el acetato de alúmina, el acetato y sulfato de hierro, el aluminato de potasa y los cloruros de estaño son generalmente empleados en los talleres. Daremos á conocer, tomando á Chevreul por guia, las principales aplicaciones de los colores mas usados.

Añil ó índigo.—*Indigotina.*—El *añil* es una materia azulada que se encuentra en el comercio en forma de pequeños panes cúbicos de hermoso color azul, de fractura brillante y cobriza. Se prepara particularmente en las Indias orientales: el mejor es el de Guatemala. Se encuentra esta materia colorante en un estado particular bien diferente de aquel en que constituye el añil en muchas familias de plantas, en las *leguminosas*, *apocineas*, *cruciferas* y *poligóneas*; pero se la obtiene particularmente de las especies del género *indigófera*, y alguna vez del *isatis tinctoria* ó *lusitanica* y del *polygonum tinctorium*.

Preparacion del añil.—Se estrae de diferentes especies de indigófera por el método siguiente: cuando la planta está llena de flor, época en que contiene la mayor cantidad posible de materia colorante, se la corta con una hoz y se la introduce ya fresca, ó ya desecada en una gran tina, á la que se hace llegar agua,

despues de haber puesto tablas pesadas sobre la planta para impedir que sobrenade en el agua. No tarda en fermentar la masa: se desprenden gas ácido carbónico é hidrógeno, y el líquido, que es amarillo, se cubre de un musgo que pasa á poco tiempo á violeta. Durante esta fermentacion se disuelve en el líquido una matéria que se oxida en contacto del aire, azulea y se precipita: esto es el añil.—Por largo tiempo se estuvo creyendo que no se podia obtener sino por medio de la fermentacion; mas Chevreul ha hecho ver que se puede estraer del glasto, tratándole por el agua caliente privada de oxígeno, y que absorbiéndole, la solucion obtenida de este modo, que era amarilla, se volvia azul y dejaba depositar añil.—El líquido amarillo procedente del contacto del agua con la planta fermentada se decanta en otro vaso, donde se le agita repetidas veces, de modo que se pongan todas sus partes en contacto del aire: se vuelve azul, se enturbia, y deja depositar el añil que se pone á escurrir en filtros de tela que se lava y seca. Con bastante frecuencia se añade agua de cal ó ácido sulfúrico al líquido cargado de añil para acelerar su precipitacion. Procedimientos análogos á este se han seguido recientemente en Francia para estraer el añil de una nueva planta *indigotifera*, que puede muy bien cultivarse en praderas húmedas, el *polygonum tinctorium*. Presentaremos actualmente, siguiendo á Chevreul, las propiedades tintoriales del principio esencial del añil.

Indigotina.—Esta sustancia á la que los añiles del comercio deben esencialmente su propiedad de teñir las telas en azul violado, es notable por muchos conceptos: está formada de cuatro elementos, que son oxígeno, hidrógeno, carbono y ázoe: es susceptible de perder una parte de su oxígeno, y ponerse blanca: en este estado se encuentra en las tinas del glasto, del índigo y en frio. En las primeras la indigotina blanca ó desoxigenada está disuelta por la cal, amoníaco y muchas veces por la potasa; en las segundas por la potasa; en fin, en las del frio casi siempre por la cal. Mas para obtener una disolucion alcalina de indigotina blanca, es necesario añadir al agua, al añil del comercio y á la base alcalina, que sirven para prepararla, una materia combustible capaz de tomar oxígeno al principio colorante. En la tina del glasto, la materia combustible se compone de una parte misma de sus principios inmediatos orgánicos y de la rubia: en la de índigo proviene de los principios de la rubia y del salvado que se le puede añadir; en fin, en la de frio, es el protóxido de hierro, ó bien alguna vez el de estaño ó el sulfuro de arsénico los que constituyen la materia combustible.

Es menester distinguir la tina en donde la indigotina desoxigenada está unida á la potasa, sosa y amoníaco, de las cubas donde lo está á la cal, bajo la relacion de que un esceso de base en las primeras no determina la precipitacion de una parte de indigotina incolora, como tiene lugar en las últimas, cuando escede la proporcion de cal necesaria para obtener el máximo de indigotina disuelta, porque entonces una porcion de esta sus-

tancia se precipita en combinacion con el esceso de cal: este hecho, pues, es muy digno de tomarse en consideracion con respecto al modo de accion de las tinas en frio y de las del glasto. Metiendo una tela en una tina de indigotina desoxigenada, es difícil decir con alguna razon, en el estado actual de la ciencia, si la indigotina desoxigenada se dirige sobre la tela abandonando su álcali. Sea lo que quiera, si esta combinacion no se efectua, tiene tendencia á hacerlo; y en su consecuencia el esceso de álcali en la tina es contrario á esta tendencia. Admitiendo al presente el caso en que la combinacion de que hablamos se efectuase en una tina donde no hubiera mas que la cantidad suficiente de base, se concibe que añadiendo un esceso de álcali, podria oponerse á este efecto. En todos los casos es evidente que la accion del álcali es contraria á la que tiende á unir el principio colorante con la tela.

Si esta tela impregnada del líquido de la tina se espone al aire, entonces el oxígeno atmosférico hace pasar la indigotina al color azul, y dado caso que no se hubiese fijado ya á la tela, la combinacion se operaria en el estado naciente, y el álcali quedaria libre.

La indigotina desoxigenada bajo la influencia del protóxido de hierro ó de estaño, y disuelta en la potasa, no da á las telas de lana y seda el mismo color que la de una tina de glasto ó índigo: el color de la indigotina pura que tira naturalmente á violeta; por poco que esté acompañada de algunos principios colorantes amarillos, sacará la tela entonces un azul mas bien verdoso y violado: sobre todo en los fondos claros es mas sensible este efecto.

La indigotina disuelta en ácido sulfúrico forma el ácido *sulfo-indigótico*, susceptible de teñir las telas de lana, algodon, seda y lino. Se puede aplicar sobre la seda y lana sin intermedio de otro cuerpo; mas sobre las de algodon se acompaña casi siempre con una sal á base de alúmina.

El ácido sulfoindigótico puede unirse á las telas en estado incoloro: entonces estas tienen la blancura que les es propia; parecen no ceder nada al agua no aireada en que se las malaxa; pero en poniéndose en contacto con el oxígeno atmosférico se vuelven azules.

Las aguas que contienen ácido hidrosulfúrico ó un hidrosulfato, decoloran las telas teñidas por el sulfato de indigotina, cuando se las mete en ellas.

Segun Chevreul, 0^{gr}, 01 de indigotina disuelto en 0^{gr},0612 de ácido sulfúrico concentrado puro y diluido en una cantidad de agua tal, que la solucion ocupe un volúmen de 20 centímetros cúbicos, puede teñir:

1^{gr} de lana al tono 18 del diapason compuesto de 28 tonos.
1. 7,5
1. 1

Y operando sobre la seda:

1 de seda al tono 16 de un diapason compuesto de 28 tonos.

1. 9

1. 5

Estado del añil en las plantas.—Tomaremos lo que sigue de un trabajo importante de Preisser.

«Las plantas que suministran el añil no contienen, en tanto que estan vivas, ningun indicio de esta materia colorante. El zumo que dan por espresion es amarillento; mas estando en contacto del aire verdea; despues, al cabo de cierto tiempo se cubre de una película irizada; en fin, si se le agita de modo que se multipliquen las superficies, se enturbia y deposita copos azules, que no son otra cosa que el añil.

»Este es el primer hecho adquirido en la ciencia por la influencia que ejerce el aire en la produccion de los colores vegetales. Berthollet fue quien aclaró esta idea y dió la llave de los fenómenos de decoloracion y regeneracion que el añil del comercio presenta en las operaciones de la tintorería. Para Berthollet el índigo azul debe su insolubilidad y su color á un esceso de oxígeno: se puede comparar con un metal que á cierto grado de oxidacion se hace insoluble en los ácidos, y que vuelve á tomar su solubilidad por la accion de las sustancias que pueden disminuir su oxidacion. Cuando se le pone en presencia de los álcalis ó de las sustancias desoxigenantes, tales como el sulfato de hierro, el sulfuro de arsénico, el estaño poco oxidado, etc., le quitan el oxígeno; le restituyen á estado de índigo blanco, al que se unen los álcalis dándole mas solubilidad. Metiendo una tela en la disolucion alcalina de índigo desoxigenado, este abandona el álcali para dirigirse sobre la tela; y cuando se la espone al aire, el índigo blanco atrae el oxígeno del aire para volverse á constituir en índigo azul que colora desde entonces el tejido. El mismo efecto produce, si al salir del baño se moja en ácido muriático oxigenado (cloro) muy débil.

»Dumas señala las fórmulas siguientes á las dos especies de indigotina:

Indigotina azul. . . . . $C^{16}\ H^{10}\ Az^2\ O^2$

Idem blanca. . . . . $C^{16}\ H^{12}\ Az^2\ O^2$

Hay dos átomos de hidrógeno mas en el índigo reducido, que podemos entonces representar por $C^{16}\ H^{10}\ Az^2\ O^2 + H^2$; es decir, por un *hidruro de indigotina azul*, análogo al hidruro de benzoina.

»La indigotina azul seria, segun esto, un radical que funciona como los radicales hipotéticos, la benzoina, salicina. Adoptando esta opinion, seria necesario esplicar el modo de obrar del aire sobre el índigo disuelto en las *tinas*, de otra manera que se ha hecho hasta aquí, y concebir que á su paso al estado de indigotina azul, lo primero cederia dos átomos de hidrógeno al oxígeno del aire, de donde resultaria agua y la indigotina azul ó deshidrogenada puesta en libertad. Segun esto, la indigotina, tal como existe en las indigóferas, seria un *hidruro de indigotina azul.*

Liebig se forma otra idea del estado en que existen estos dos

átomos de hidrógeno que caracterizan químicamente la indigotina blanca. Admite en ella hidrógeno en estado de agua, y mira por consecuencia esta especie de indigotina como hidrato de un óxido que contiene un átomo de oxígeno menos que la indigotina azul: asigna las fórmulas siguientes á los dos compuestos:

Indigotina azul. . . . . $C^{16} H^{10} Az^2 O^2$
Idem blanca. . . . . $C^{16} H^{10} Az^2 O + H^2O$

Esta hipótesis esplica muchos hechos que es difícil interpretar en la del hidruro. Cuando, por ejemplo, se trata el índigo azul por una disolucion alcalina de glucosa, esta se convierte en ácido fórmico y el índigo se reduce: además si la indigotina blanca fuese un hidruro de la azul, seria preciso necesariamente que hubiese descomposicion de agua, cuyo oxígeno se apoderaria del hidrógeno del azúcar en cantidad suficiente para formar agua; habria allí, pues, simultáneamente descomposicion y reproduccion de agua: el oxígeno de ella se separaria de su hidrógeno para unirse al del azúcar. Semejante interpretacion no es sostenible. Es constante que la indigotina blanca se une con los óxidos alcalinos que la hacen mas soluble. Además no repugna admitir que estando separada de los álcalis, fija un equivalente de agua, que reemplaza al de óxido alcalino que abandona.

Orchilla.—Se fabrica con diversas especies de líquenes, *rocella*, *parellus*, *tartareus*, *deustus*, *dealbatus*, etc., una materia colorante particular, conocida con el nombre de *orchilla*, y lo mas notable es que estos líquenes no contienen formadas materias colorantes, y que se producen por las trasformaciones de los principios que los componen, variaciones que se operan por la influencia del oxígeno del aire y del amoníaco. Método de preparacion de la orchilla en Canarias: se seca el líquen, se le muele, y se reduce con orina á una pasta que abandonada á sí misma, entra en putrefaccion, y desprende amoníaco que disuelve la materia colorante; alguna vez se añade cal. En Francia se prepara un producto análogo con el *lichen parellus*, y el *lichen dealbatus*, que se trata por la orina y la cal: en Inglaterra se procuran un color semejante introduciendo el *lichen tartareus* en amoníaco cáustico débil, obtenido destilando la orina podrida con cal; este color es llamado *cudbear*, nombre sacado del de su inventor *Cuthberth Gordon*.

Se ve, pues, que la orchilla debe su propiedad colorante, no á un principio inmediato formado en los líquenes que sirven para prepararla, sino á la alteracion que un principio inmediato, llamado *orcina* por Robiquet que nos le ha dado á conocer, sufre por parte del oxígeno atmosférico y del amoníaco. La orcina de este modo alterada tiñe la seda y lana, no dada con mordiente, en violeta estremadamente hermoso, pero que por desgracia no tiene solidez al sol. La orchilla se usa para dar una primer mano á las sedas que se quieren teñir en azul violeta ó en violeta, pasándolas despues á la cuba de añil: sirve tambien para dar una vista mas agradable al color violeta y pavonado de las lanas á la cochinilla y á la tina. Es susceptible de dar á la lana otros colo-

res que el violado, modificándola por la disolucion de estaño, etc.

Tornasol.—Se encuentran en el comercio pequeños cubos de color mas ó menos azulado, conocido con el nombre de *tornasol en panes*. Se le prepara por medio de la *rocella tinctoria*, tratándola por la orina, la cal y potasa, casi lo mismo como cuando se trata de preparar la orchilla.

El color azul del tornasol es enrojecido por los ácidos mas débiles. La infusion de tornasol se blanquea por el ácido sulfúrico, y el color es destruido por el cloro.

Papel de tornasol.—Los químicos se sirven del tornasol para preparar el reactivo mas sensible á la presencia de los álcalis y ácidos. Para este efecto mojan el papel en una infusion acuosa saturada de tornasol, y lo secan; en este estado tiene un hermoso color azul, que puede servir para reconocer los ácidos; para descubrir los álcalis se emplea el papel de tornasol enrojecido por un ácido: se prepara con la misma infusion neutralizada; para cuyo efecto se añaden algunas gotas del acético, hasta que se ponga sensiblemente roja, conservando sin embargo un lijero tinte azulado: la infusion enrojecida por un ácido mas fuerte que el acético, no hace al papel bastante sensible.

Kane ha hecho un trabajo importante sobre el tornasol: ha aislado muchos principios curiosos; pero los límites de nuestra obra no nos permiten estendernos mas sobre este asunto.

El *tornasol en panes*, lo mismo que la orchilla, se obtiene por medio de criptógamas que primitivamente no estan coloreadas. Gelis ha demostrado que todas las plantas criptógamas que se usan en la fabricacion de la orchilla pueden servir para la del tornasol; que estos líquenes tratados por el hidrato de cal y la orina, ó por el carbonato de amoníaco no producen sino orchilla, pero que si se añade á estas materias carbonato de potasa ó sosa, se forma al cabo de cinco semanas la sustancia tintorial azul que se llama en el comercio tornasol.

Tornasol en trapos.—Prepárase únicamente en Grand-Gallargues, pueblo de las inmediaciones de Nimes, y le emplean esclusivamente los holandeses para dar color á sus quesos; se fabrica con el zumo de la *chrozophora tinctoria* de la familia de las euforbiáceas. El catedrático Joly de Tolosa nos ha dado á conocer el modo que se emplea para comunicar á los trapos que se empapan del zumo de dicha planta un hermoso color azul; tambien aparece el color azul bajo la influencia del aire y del amoníaco. Sábese por las esperiencias y observaciones de Joly que el principio colorante de la *chrozophora* está esparcido en toda la planta, y tiene su asiento inmediato en el tejido celular; que por influjo de la vida existe en él al estado incoloro, pero que despues de la muerte del vegetal, y por efecto del oxígeno atmosférico y de una pronta desecacion puede llegar á ser azul; en fin, que la crómula verde parece susceptible de sufrir los mismos cambios esponiéndola á los vapores amoniacales: además ha demostrado que el tornasol en trapos difiere del de pa-

nes en que los álcalis no pueden volverle al azul, cuando ha sido enrojecido por un ácido.

Las materias colorantes del tornasol y de la orchilla pierden su color, como la indigotina, por efecto de los agentes desoxidantes, y en contacto del aire vuelven á tomar su tinte primitivo. Chevreul fue el primero que hizo constar que el color azul del tornasol se pone blanco por el hidrógeno sulfurado, y observó que los colores de los palos brasil y campeche estan en el mismo caso.

Palo de campeche.—Es una de las materias primeras mas importantes del arte de la tintorería. Chevreul ha estraido de ella una sustancia cristalina que le comunica sus propiedades colorantes, la *hematina*; forma con las bases combinaciones de un azul lijeramente violado, y con los ácidos, de un rojo mas ó menos purpurado, siendo sólidas; porque aquellas combinaciones que disuelve el agua tienen un color amarillo anaranjado, estando suficientemente diluidas.

El protóxido de estaño se conduce con la hematina como una base salificable; el peróxido como un ácido, y el ácido bórico obra sobre ella como lo haria una sal básica.

Su propiedad tintorial es verdaderamente notable: hágase disolver 0^{g},025 de hematina en 250 centímetros cúbicos de agua á una temperatura conveniente, y métase despues allí una tela de algodon que pese 1,^{gr}82, cubierta al menos en las tres cuartas partes de su superficie de mordiente de alúmina para rojo y rosa de rubia, y del de hierro para negro y violeta de rubia, y se la verá tomar el violeta, el azul violado y el azul negro sumamente subido; y en este baño se podrán aun teñir cinco pedazos de tela semejantes al primero; pero el último no sacará mas tinte que de un color gris violado.

Muy bien se pueden conocer por las propiedades de la hematina los usos del palo campeche en la tintorería. Respecto á esto Chevreul se esplica de este modo: cuando se tiñen telas en la infusion ó decoccion de este palo, por la influencia de una base que obra sobre la hematina á manera de un álcali, resulta un azul que tira lijeramente á violado: este es el procedimiento para teñir en azul de campeche el algodon, lienzo y lana por medio del cardenillo, el acetato de cobre y el de alúmina.

Tiñendo algodon, seda y lana con el *baño físico* (esto es, un líquido preparado con 12 partes de ácido hidroclórico, 4 del nítrico y 1 de estaño) resulta un violeta, porque hay muy probablemente reaccion de una base y de un ácido sobre la hematina.

El alumbre puro, y con mas razon el alumbre y tártaro aplicados sobre la lana, dan resultados iguales ó análogos. En fin, la lana pasada al principio por el tártaro, sulfato de hierro y de cobre, y llevada despues á un baño de campeche y cardenillo se tiñe de negro.

Cuando se dilata la inmersion de la lana con alumbre en un baño de campeche hirviendo y concentrado, la tela adquiere un color tan subido que parece negro, especialmente si recibe la

influencia del aire. En efecto, si se tiñen comparativamente en baños de campeche dos pedazos de lana dada con agua de alumbre, de los cuales el uno se espone al contacto del aire, y al otro se le priva absolutamente de este contacto, este saldrá de un violeta negro y el otro de un negro rojo verdoso. Este esperimento prueba que el contacto del aire, reaccionando sobre la combinacion de hematina, produce el color amarillo y desaparece de este modo el tinte de violeta. El palo campeche que desarrolla el azul con las bases salificables, puede emplearse para formar los verdes, si se fija una combinacion de este género con otra de amarillo de gualda, de quercitron, etc.

Se han empleado la hematina fijada por el alumbre y la composicion de escarlata para hacer subir los azules de añil á la lana.

En el año de 1810, Chevreul aisló la materia tintorial del palo campeche en estado de cristales de un blanco rosado, y es de presumir, segun dice Preisser, que si hubiese sido posible preservarla de toda alteracion, hubieran sido perfectamente blancos. Además, volviendo á examinar Erdmann el mismo palo y modificando el procedimiento de Chevreul para la estraccion de la *hematina* ó *hematoxilina*, ha llegado á aislar este principio en pequeños primas de amarillo de miel, sin mezcla de rojo, cuyo polvo es blanco ó amarillo pálido. Cuando esta materia se halla en contacto del aire y de los álcalis da magníficos colores, y fuera de la influencia del oxígeno no suministra con las bases sino combinaciones no coloreadas: en contacto con el amoníaco y aire toma un color rojo de púrpura subido, absorbiendo el oxígeno con tanta mas rapidez, cuanto mayor es la cantidad de amoníaco libre: se cambia entonces en una nueva materia colorante de un pardo rojo, que Erdmann ha designado con el nombre de *hemateina*, la cual no es azoada. Veamos cómo se produce en las circunstancias indicadas.

La hematoxilina está representada por $C^{40} H^{34} O^{15}$.

Absorbe bajo la influencia del amoníaco 3 átomos de oxígeno, de los cuales 2 se combinan con 4 de hidrógeno para formar agua que se separa. $C^{40} H^{34} O^{15}+O^3=C^{40} H^{30} O^{16}+H^4 O^2$.

El palo campeche en estado fresco es de un color rojo amarillo, y el rojo negro que toma poco á poco, particularmente en lo esterior, proviene de la accion del aire y del carbonato de amoníaco sobre la hematoxilina, que se cambia de este modo en hemateina. Todo prueba pues, añade Preisser, que en el estado vivo los vasos del campeche no contienen principio alguno colorante, y que este no se forma sino en las partes del tejido que reciben la influencia del aire húmedo, siempre cargado de una corta cantidad de sales amoniacales.

PALOS DE FERNAMBUCO, BRASIL, SAPAN, DE SANTA MARTA, etc. Chevreul ha llegado á estraer del palo brasil, *cœsalpinia cristata*, una materia cristalina (brasilina) en pequeñas agujas de color anaranjado, soluble en el agua, alcohol y éter: se conduce con los ácidos y los álcalis como la hematina; pero la solucion acuosa se conserva mas tiempo que la de hematina.

Procedimiento seguido por Preisser para obtener la brasilina en estado de pureza, así como otros muchos principios colorantes. Se trata la sustancia tintorial por el agua, alcohol, éter ó una agua lijeramente alcalina, y se agitan los líquidos coloreados con el hidrato plúmbico bien lavado, procedente de la descomposicion del azoato de plomo por el amoníaco cáustico: muchas veces en frio, y pocas por medio de un suave calor, toda la materia colorante se deposita en estado de laca plúmbica insoluble, y los líquidos quedan completamente decolorados.

Las lacas que se obtienen son menos coloreadas cuando se emplean materias tintoriales mas recientes: con los amarillos y los rojos, su interior ó corazon ordinariamente poco coloreado, sobre todo en los troncos algo compactos, da lacas de color vivo, aunque poco intenso. La rubia en raices frescas suministra igualmente una laca de color amarillo rojizo.

En todos los casos, obrando así y haciendo pasar un esceso de ácido sulfhídrico por la laca de plomo, se obtiene un líquido del todo incoloro, del cual se saca, por una evaporacion espontánea en vasos tapados con papel, ó por la evaporacion en el vacío, materias colorantes en forma de cristales incoloros.

La brasilina pura, dice Preisser, no es coloreada por sí misma: se presenta en pequeñas agujas incoloras, que parecen ser prismas rectangulares; su sabor es azucarado, con un gusto despues lijeramente amargo.

Su solucion en el agua se conserva largo tiempo sin alteracion, se colora solamente en amarillo, y viene á ser en sus bordes de un rojo bastante vivo. Por la ebullicion se manifiesta el color con mucha mas rapidez; el líquido se pone de un hermoso rojo carmesí; y abandonando este líquido coloreado á la evaporacion deposita una multitud de agujas lustrosas de un rojo vivo y muy hermoso.—Da el nombre de *brasileina* á la brasilina de rojo vivo.

En contacto del aire se colora en rojo vivo por el ácido clorhídrico: el sulfúrico la disuelve, coloràndola en amarillo, que bien pronto se ennegrece. El ácido azóico debilitado la enrojece con mucha fuerza: si se calienta se desprenden vapores rutilantes, formándose ácido oxálico.

La accion del crómico y los cromatos alcalinos es de las mas notables, y tanto mas esencial insistir sobre esta accion, cuanto que nos da esplicacion de muchas aplicaciones importantes en la fabricacion de las indianas.

Poniendo ácido crómico ó bicromato de potasa en polvo fino en contacto con una solucion concentrada de brasilina, se nota una viva efervescencia; por destilacion se pueden recoger cantidades notables de ácido fórmico; al mismo tiempo el líquido se colora en rojo oscuro, que se hace cada vez mas subido, y al cabo de algunas horas se separa enteramente una laca coloreada en rojo carmesí subido. Esta laca está formada de la materia colorante modificada *(brasileina)* y de óxido de cromo. No es muy estable, porque algunas lociones con agua acidulada con el áci-

do clorhídrico quitan todo el principio colorante, y no queda mas que un polvo verde, que es el óxido de cromo puro.

En las fábricas de indianas se obtienen desde ya hace algunos años sobre los colores preparados con los leños colorantes, matices bien marcados y muy variados imprimiendo por encima el bicromato de potasa espeso. En todas partes donde esta sal ha tocado el principio rojo, los colores, sobre todo despues de la fijacion por el vapor, se hacen mas subidos y toman gran vivacidad. El cromato se reduce, y lo que prueba que queda fijado sobre la tela una combinacion del principio colorante modificado y de óxido de cromo, es que si se trata el tejido por el cloro, se distingue una coloracion verdosa en todos los puntos donde se aplicó el cromato.

Esta descomposicion del bicromato potásico en los tejidos no se hace repentinamente: habiéndose efectuado esta descomposicion, el oxígeno del ácido crómico produce instantáneamente la decoloracion del tejido. Esto es lo que sucede cuando se imprime un ácido sobre un tejido azul pasado por el cromato de potasa.

Los cristales húmedos de brasilina se coloran en rojo purpúreo subido, colocándolos bajo una campana grande con una cápsula llena de amoníaco cáustico. Echando directamente el amoníaco sobre los cristales, la coloracion se produce inmediatamente. Si se opera fuera del contacto del aire, haciendo pasar bajo una campana llena de mercurio algunos cristales de brasilina y amoníaco, apenas es sensible la coloracion.

La potasa y la sosa dan con la brasilina en contacto del aire una coloracion de un rojo de sangre venosa, que el ácido clorhídrico precipita despues de una hora.

El agua de cal enrojece la disolucion de brasilina; tambien cuando se filtra esta disolucion por un papel no lavado por un ácido, se nota pasadas algunas horas que este papel está fuertemente teñido de un color rojo vivo escarlata.

El azoato de plata y el cloruro de oro se reducen haciéndolos hervir con la brasilina.

El acetato plúmbico da en su disolucion un precipitado blanco amarillento, pero que pardea por la desecacion.

La brasilina calentada en un tubo de vidrio pequeño se carboniza sin dar indicios de amoníaco, aun cuando se le mezcle con la potasa cáustica.

Observaciones prácticas sobre el uso de los baños ó colores del brasil.—Es de observar que elaborando colores de aplicacion con los leños del brasil, es esencial no dejarlos envejecer, pues de otro modo no se adhieren sino muy imperfectamente á las telas y solo suministran impresiones raidas. Es menester emplear estos colores de aplicacion inmediatamente despues de preparados para obtener matices bien empastados, y para que la brasilina se oxide, en especial sobre el tejido, durante su desecacion. Lo mismo se deben tratar las otras materias colorantes.

No sucede así con la decoccion del palo brasil no mezclada

de mordiente: esta da colores mas ricos cuanto mas antigua es. La esperiencia ha demostrado que una decoccion antigua da doble color que una reciente. Se prepara el zumo de brasil en las tintorerias abandonando á sí mismas las decocciones en los toneles. Todo nos induce á creer que por una detencion prolongada al aire, estas decocciones sufren una fermentacion que las desoxigena en parte, y hace depositar el tanino y otras materias estrañas que se encuentran en ellas y que dañan generalmente á la vivacidad y solidez de los matices.

Las propiedades de la brasilina esplican los colores que las decocciones del palo brasil ó fernambuco, etc. dan á las telas.

Las sales cuya base es blanca y alcalina fijan la brasilina sobre las telas en rojo violeta mas bien que anaranjado; tales son las sales á base de protóxido de estaño, etc.; los ácidos y sales que obran como tales, la fijan por el contrario en rojo mas ó menos escarlata.

Segun lo espuesto se concibe que para obtener color rosa sobre algodon dado con agua de alumbre, se pasa este por el baño físico á 2°, antes de meterle en el baño colorante.

El algodon teñido con agallas y dado con agua de alumbre toma un color mas empastado que el que está dado sencillamente con alumbre.

El algodon dado con mordiente de acetato de hierro toma en el baño de brasilina un color de púrpura violeta, que pareceria negro si la tela estuviese fuertemente impregnada de hierro.

El palo brasil sirve para formar el *carmesí* y *punzon falsos* sobre la seda. Se usa igualmente para teñir la lana dada con agua de alumbre y tártaro en rojo; mas estos colores no sirven para un buen teñido.

Rubia.—La raiz de la *rubia tinctorum*, de la familia de las rubiáceas, proporciona á la tintorería colores tan hermosos como estables; es uno de los materiales colorantes mas preciosos, especialmente en tinte sobre algodon: la propiedad que posee la rubia de teñir el algodon en rojo ó rosa estables, cuando ha sido dado con agua de alumbre, y en violeta ó negro sólidos cuando se la ha preparado con mordiente de hierro, es debida á un hermoso principio colorante, la alizarina.

De la alizarina.—Esta materia fue descubierta en el año 1827 en la rubia por Robiquet y Colin, procediendo en su preparacion de este modo: se mezcla la raiz con $\frac{3}{4}$ ó un peso igual al suyo de ácido sulfúrico concentrado, con la precaucion de evitar que se caliente la mezcla. La masa se abandona por algunos dias, en cuyo espacio de tiempo el ácido carboniza todos los demás cuerpos de la materia colorante; si la mezcla se llegase á calentar, una gran parte de esta última se carbonizaria igualmente. Se lava la masa para estraer todo su ácido; la materia colorante queda en estado de mezcla íntima con el carbon; se seca esta mezcla, se la trata al principio con alcohol frio para estraer un poco de una sustancia crasa, y se la depura despues por el alcohol hirviendo: se echa agua en las soluciones alcohólicas

se destila el alcohol y se filtra el líquido restante: la alizarina pura queda sobre el filtro.

Es inodora é insípida, se sublima con facilidad en agujas largas lisas, la mayor parte capilares, flexibles, de color de naranja sucio; pero durante la sublimacion una parte de la alizarina se descompone, y para que la destruccion no se haga estensiva á una gran cantidad de materia, se necesita proceder á la sublimacion en vasos muy planos. Introducida en agua fria, en la que es casi insoluble, cae al fondo: el agua hirviendo disuelve una corta cantidad, tiñéndose de un hermoso color de rosa: el alcohol de 0,83 la disuelve; á la temperatura de 12° son necesarias 212 partes para disolver una de alizarina; la disolucion es roja; el éter de 0,73 no disuelve á 12° sino $\frac{1}{160}$ de la misma; la disolucion es amarilla ó de color de naranja. El cloro tiene muy poca accion sobre la alizarina; sin embargo, baja poco á poco el matiz rojizo y le hace inclinarse á amarillo. El ácido sulfúrico la disuelve tomando color rojo de sangre; el agua la precipita de esta disolucion. Los ácidos diluidos no la disuelven; da con los álcalis combinaciones solubles de un violeta rojizo. Los carbonatos alcalinos disuelven la alizarina tomando un color violado: con las tierras alcalinas presenta precipitados de violeta ó lila, y con la alúmina rojo ó rojo oscuro. Con los óxidos metálicos forma combinaciones insolubles, de color violado ó rojo pardusco.

Xantina.—Kulmann ha dado este nombre á la materia colorante amarilla contenida en la rubia. Es muy soluble en agua y alcohol, menos soluble en el éter: con las bases forma combinaciones rojas; posee muchas propiedades de la alizarina, y todo induce á creer que no es mas que una modificacion de esta última.

Purpurina.—Dáse este nombre á una materia estraida de la rubia, que se parece mucho á la alizarina. Las rubias de Alsacia contienen mas purpurina; así convienen mejor que las demás para la elaboracion de hermosas lacas rosas, cuyo principio colorante es la purpurina; una disolucion caliente de alumbre disuelve bien la purpurina y no ataca sensiblemente á la alizarina.

Al presente que conocemos las propiedades de los principios colorantes de la rubia, podemos esponer, segun Chevreul, sus aplicaciones en la tintorería: reconoceremos en esta materia tres facultades diferentes.

La primera produce colores rojos por medio de sales aluminosas, la segunda un color amarillo, y la tercera leonado. La primera facultad colorante proviene de la alizarina y purpurina; pero como estos principios son desigualmente estables, los rojos producidos por ellos lo son tanto mas, cuanto en menor proporcion está la purpurina.

La segunda facultad colorante procede de un principio amarillo *(xantina)*, que parece tener mucha relacion con el que se

encuentra en la mayor parte de los zumos vegetales, al menos en los que han sufrido la influencia del aire.

En fin, la tercera proviene de una materia leonada, que probablemente es compleja, es decir, representada por los principios colorantes rojo y amarillo y una materia parda.

Debemos notar que si la accion del aire sobre la rubia parece concurrir al desarrollo de la facultad que tiene de teñir en rojo, sucede que la prolongacion de esta accion aumenta singularmente la de teñir la lana en rojo pardo; y esto á tal punto, que es necesario emplear mas rubia reciente que la antigua que se empleó para teñir á un mismo tono un peso igual de lana preparada con agua de alumbre y tártaro; y aun se advierte muchas veces que el color obtenido por la rubia reciente es mas amarillo ó menos pardo que el de la antigua. Por otro lado, si se tiñen comparativamente con rubia dos muestras de lana dada con alumbre, una sin el contacto del aire y otra con él, esta tomará un color rojo, mas pardo y menos amarillo, que la que se habrá sustraido del contacto del aire atmosférico.

En fin, es una consideracion bien importante para hacerse cargo de la accion de la rubia sobre una tela dada, el que las de algodon, seda y lana pasadas por el mismo mordiente tienen aptitudes diferentes para unirse á los diversos principios colorantes á que hemos referido las facultades tintoriales de la rubia.

Las ventajas de este producto para el tinte del algodon pueden deducirse de las propiedades que se han reconocido en la alizarina estraida de esta raiz, de formar con la alúmina rojos y rosas estables, y con el peróxido de hierro negros y violeta igualmente estables; y añadiremos que los colores de la rubia sobre el algodon son susceptibles de adquirir un gran grado de intensidad, si se hacen concurrir á la operacion baños oleosos; de esto resulta el tinte de rubia en *rojo ordinario* y en *rojo turco*, donde se hace uso del aceite. A pesar de los adelantos que se han hecho en estos tintes de cuarenta años á esta parte, queda todavía por hacer un descubrimiento importante, y es el de un procedimiento propio para aplicar, sea por la plancha ó por el rodillo, el color de la rubia sobre las telas de leñoso. Hoy dia se hace esclusivamente esta aplicacion pasando la tela dada con el mordiente al agua mas ó menos caliente donde se ha desleido la rubia.

Estado de las materias colorantes en la rubia.—Todas las materias colorantes que los químicos han obtenido de la rubia estan lejos de preexistir allí. Decaisne ha demostrado por una serie de importantes investigaciones que todas las materias no son mas que alteraciones ó combinaciones de un mismo producto repartido igualmente en todo el vegetal. Veamos, según Preisser, el resúmen de las curiosas observaciones de Decaisne.

De un amarillo pálido en la primer época de su desarrollo las raices de la rubia toman un color mas subido, como sucede con el tiempo; en las diversas partes de los mas de los otros vegetales. Si se examina con cuidado el líquido amarillo que está

esparcido en todo el tejido celular de la raiz, no se ve allí materia alguna tenue en suspension; y es de una claridad perfecta. Sin embargo, en el interior de la raiz perfectamente desecada se encuentran las celdillas aun teñidas de amarillo (cuando se las pone á remojar), aunque el líquido haya desaparecido completamente; parece pues que el líquido ha tenido en solucion un principio colorante sólido, pero aun en este caso es tal su tenuidad, que los vidrios de aumento mas considerables del microscopio no permiten apercibirlo. Hasta aquí las partes estan al abrigo de los agentes esternos; pero si se permite el acceso de estos, no suceden las cosas del mismo modo; cuando despues de haber practicado cortes delgados, ya horizontales, ya verticales, de una raiz tierna, se les somete al exámen microscópico, no se tarda en ver que el zumo, tan claro en la planta viva, se enturbia y pasa del color amarillo pálido que tenia al principio, á un tinte rosado; repitiendo esta observacion en raices de mas tiempo, se ven reproducirse los mismos fenómenos; pero como en esta época el líquido amarillo ha tomado un color mas brillante, su conversion en rojo ofrece una intensidad proporcional, y en lugar de tener como en el caso antecedente un tinte rosado, se obtiene un color rojo de los mas hermosos.

El aire es causa de estos cambios notables, y se pueden seguir en un trozo delgado las modificaciones que hace sufrir al color amarillo. La coloracion en rojo principia habitualmente á manifestarse en la parte del tejido celular mas próximo á los vasos, entre los que se encuentran los del *latex*, despues en las celdillas que ocupan el intervalo de los vasos puntuados del centro de la raiz, y por último en diferentes sitios del tejido celular que forman la parte carnosa, principal depósito del líquido amarillo. Los trozos de rubia colocados en agua privada por la ebullicion del aire que siempre contiene, conservan completamente el tinte amarillo que tenian antes del esperimento; y trozos delgados de raiz fresca introducidos en campanas llenas de diferentes gases recogidos sobre el mercurio, han permanecido allí ocho dias sin padecer alteracion alguna en su color; mas si se hacen pasar bajo las provetas que contengan gas oxígeno algunas gotas de agua, la coloracion en rojo se hace casi instantáneamente. Mientras este gas es puro y seco, la coloracion en rojo no tiene lugar porque deseca las celdillas superficiales; mas tan pronto como puede disolverse en el agua, produce casi repentinamente los fenómenos que se verifican al aire.

De todo lo que antecede resulta que la raiz de rubia en estado vivo no tiene otro color que el amarillo, y que este principio colorante no varía sino por la intensidad progresiva que toma con el tiempo, que este líquido amarillo es de trasparencia perfecta, observándole encerrado en las celdillas antes que haya sufrido la influencia del aire; pero que tan pronto como se llega á percibir esta, se enturbia, se pone granuloso y oscurece. Las partes de las celdillas con que se encuentran en contacto estos granillos

son de la naturaleza de las gomo-resinas, porque en parte son solubles en el alcohol, y apenas son visibles.—Las raices de rubia de muchos años no ofrecen otros puntos coloreados que los que se acaban de indicar, y esta observacion se presenta, ya se examine la planta fresca ó ya se hayan puesto á remojar las secas; la existencia del color amarillo es todo lo que Decaisne ha podido observar referente á la coloracion, y esta señal tan sencilla de la falta del principio colorante rojo antes de la pulverizacion de la raiz habia sido generalmente desconocida: no obstante, Chevreul habia ya hecho esta observacion.

La coloracion en rojo por la rubia es, dice Preisser, un fenómeno químico del todo independiente de la vida; la de amarillo, al contrario, parece resultar de una accion vital que impide la otra; por lo que si se ponen comparativamente en un frasco dos trocitos de raiz, una viva ý otra seca, el primero conserva su color amarillo, mientras que el segundo se colorea en rojo, y acaba en dos dias por adquirir tinte violado.

Decaisne ha hecho constar, entre otras cosas, que la materia verde de las partes herbáceas de la rubia puede cambiarse en principio colorante amarillo, análogo al de las raices tiernas, sustrayéndolas del contacto de la luz y haciéndolas absorber gas oxígeno; y ha puesto fuera de duda que en los órganos herbáceos de la rubia la coloracion es debida á las modificaciones de la *crómula*, y que estas variaciones resultan principalmente de su grado de oxigenacion, pasando esta crómula al oxigenarse del color verde al amarillo.

El color rojizo de los polvos de rubia no es, pues, sino el resultado de una modificacion y oxigenacion del principio amarillo primitivo: esta modificacion se ha efectuado ya al desecarse las raices; operacion que padecen dos veces y durante largo tiempo; despues acaba la trituracion, que favorece sobre todo esta modificacion, poniendo todas las partes de la raiz en contacto continuo con el aire atmosférico.

Todos los prácticos estan de acuerdo en reconocer en las rubias que han estado muchos años entoneladas, una fuerza tintorial mas activa que en los polvos recientes.

Esta mejora se debe, segun Schlumberger, á dos causas principales: 1.ª á la humedad que atraen las rubias, á pesar de un envasamiento perfecto, humedad que desarrolla una fermentacion, produciendo la descomposicion sucesiva de las materias azucaradas y mucilaginosas que acompañan á la sustancia colorante en la rubia, é impiden preste todo su color al tinte, mientras estan combinadas con ella; y 2.ª á que esta fermentacion tiene por efecto restituir la materia colorante roja á su estado primitivo de desoxidacion ó de principio amarillo, de modo que la pone en las condiciones mas favorables para convertirse en tinte. Schlumberger prueba por medio de ensayos del tinte estraido de las raices frescas empleadas con el contacto del aire ó sin él, que este agente ejerce cierta accion sobre la rubia durante la fijacion de la materia colorante por los mordientes. Es-

ta modificacion ú oxigenacion es favorable al tinte, cuando se verifica durante la operacion; es de un efecto dañoso cuando se efectua sobre la materia colorante antes del tinte, lo que induce á pensar que tiende á hacer insoluble esta materia. Segun dicho químico, seria la materia colorante de la rubia como la del añil, que no puede fijarse sobre los tejidos sino en su estado de desoxigenacion; la rubia roja es, como el índigo azul, muy oxigenada para obrar bien en los tintes; así para que sea á propósito para esta operacion se necesita restituirla al estado de principio colorante amarillo, es decir, desoxigenada; siendo este además el efecto útil de la fermentacion subsiguiente que sufren las rubias conservadas en toneles. Esta desoxigenacion de las rubias antiguas debe naturalmente aumentar su fuerza tintorial, y por esto ser una de las causas de su preferencia.

Schlumberger insiste en la importancia del conocimiento perfecto de la modificacion que ejerce sobre la rubia el oxígeno del aire, y ha hecho constar que puede facilitarse su desoxidacion ya macerándola en agua, auxiliada con un poco de levadura y con una temperatura de 20 á 25°, ya esponiéndola simplemente al aire caliente y húmedo, que la hace perder además su acidez.

Probada la existencia de un solo principio amarillo pálido en las raices de rubia viva y su conversion en principio rojo por el contacto del aire, no se debe ya admitir que estas raices contengan simultáneamente muchas materias colorantes distintas, que han obtenido Robiquet y Colin, Kulmann, Runge, Persoz y Gaultier de Claubry. Es probable que todas estas materias, tanto las rojas como las amarillas, no son sino el mismo principio obtenido á mayor ó menor grado de alteracion. Preisser, fundado en las comunicaciones que le han hecho Girardin y Grelley de Ruan, cree que solamente hay en la rubia del comercio un principio colorante rojo, al cual dan el nombre de *colorina*, pero que este principio retiene una mezcla mayor ó menor del amarillo que le ha dado el ser por efecto de la oxidacion. Este principio amarillo, aun no modificado por el aire, es el que constituye la *xantina* de Kuhlmann ó el *principio amarillo* de Runge. La *alizarina* y *purpurina* de Robiquet y Colin, la *materia colorante roja y rosa* de Persoz y Gaultier de Claubry, la *púrpura*, el *rojo*, *naranja* y *pardo* de Runge, no son, segun Girardin y Grelley, sino mezclas mas ó menos alteradas y complejas de *colorina* y del principio amarillo primitivo.

Cártamo.—Las flores de esta planta dan un precioso color rosa, que por desgracia tiene poca estabilidad; y así se le emplea únicamente para hacer el colorete.

A Beckemann, Dufour y Marchais se debe el conocimiento de la descomposicion química de las flores del *carthamus tinctorius*, especie de cardo conocido en el comercio con el nombre de *alazor*. Se admiten en estas flores dos materias colorantes distintas, una amarilla soluble en el agua, y que se le puede separar por una simple locion, y otra roja insoluble en el agua, soluble en los álcalis débiles, poco en alcohol y aun menos en éter. Chevreul

ha dado á esta última el nombre de *cartamina*. En opinion de Dœbereiner, la materia amarilla es de naturaleza alcalina, siendo así que la roja es tan manifiestamente ácida, que ha propuesto darla el nombre de *ácido cartámico*; segun él, este principio rojo forma con los álcalis sales particulares, de las cuales algunas, como el cartamato de sosa, cristalizan en agujas sedosas brillantes: estas sales son todas incoloras y ofrecen el fenómeno notable de ser precipitadas en una sustancia rosa muy brillante por los ácidos vegetales. El mejor procedimiento, segun Preisser, para aislar la cartamina, consiste en depurar las flores del *cártamo* por el agua, que quita todo el principio amarillo. Se las pone despues en contacto de una agua lijeramente alcalina por un poco de carbonato de sosa: el líquido alcalino se precipita entonces por el hidrato plúmbico, que forma una laca insoluble de cartamato plúmbico: se descompone esta sal bien lavada por un esceso de hidrógeno sulfurado, se filtra, y se obtiene por este medio un líquido coloreado en amarillo claro del todo semejante al principio amarillo quitado á las flores por la locion del agua: este líquido suministra por la evaporacion espontánea ó inmediatamante, si está suficientemente concentrado, agujas blancas: es la *cartamina* pura de Preisser.

Esta se presenta en pequeñas agujas prismáticas, blancas, de un sabor lijeramente amargo, es poco suluble en alcohol, menos en agua: al aire se colorea apenas en amarillo claro. El ácido sulfúrico no la colorea, pero sí la disuelve: concentrado, la ennegrece despues de algunos minutos: el clorhídrico y azóico no producen con ella ningun fenómeno de coloracion, y no la disuelven si no se aplica un calor suave.

Introducida en una campana llena de mercurio con algunas burbujas de oxígeno, toma un color amarillo despues de algunos dias; pero estando en presencia del oxígeno y los álcalis, sufre una modificacion notable: se colorea repentinamente en amarillo, despues en rojo rosa, análogo al rojo de cártamo: esta materia se disuelve entonces muy bien en los álcalis, y neutralizando la disolucion por el ácido cítrico, se depositan copos rojos semejantes á la cartamina preparada por los métodos generales. Preisser da á esta materia roja el nombre de *cartameina*.

El amoníaco colorea la cartamina blanca en rosa, con mas dificultad que la potasa ó la sosa cáustica ó carbonatada.

Fuera del contacto del aire, bajo una campana llena de mercurio, los álcalis no poseen la propiedad de convertir la cartamina en cartameina.

El acetato plúmbico precipita la cartamina en estado de laca blanca, que por el contacto prolongado del aire se colorea en amarillo, y despues en rosa.

Puesta encima de carbones encendidos, la cartamina se funde, se infla y se descompone exhalando un olor picante, pero sin dejar el menor residuo.

PALO DE SANDALO.—Pelletier hizo su análisis en 1814 y aisló el principio colorante rojo que designó con el nombre de *sanda-*

lina. En 1832 hizo el análisis elemental de esta sustancia, y la representó por la fórmula $C^{16} H^{16} O^{32}$: la miró como una materia colorante ácida, en razon de su afinidad con las bases salificables.

Preisser obtuvo la sandalina pura tratando el palo de sándalo por el éter, que se coloreó fuertemente en rojo subido, y mezclando el líquido evaporado hasta dos tercios con hidrato plúmbico: se formó una abundante laca roja de sandalato de plomo: esta sal lavada sobre un filtro, despues diluida en agua, la sometió á una corriente de ácido sulfhídrico, la filtró y obtuvo un liquido apenas coloreado en amarillo: por su evaporacion en el óxido suministró un polvo blanquecino cristalino: era la *sandalina.*

Este polvo absorbe fácilmente el oxígeno del aire: haciéndole hervir con agua, se colorea en rojo: los álcalis potasa, sosa y amoniaco le hacen adquirir instantáneamente un color rojo subido. Los ácidos acético, azóico, clorhídrico y sulfúrico diluidos le disuelven coloreando en rojo.

Se combina con el óxido plúmbico, y la sal coloreada en rojo pardo.

Es soluble en agua, alcohol y éter: las soluciones se colorean en rojo por las orillas: una gota de un álcali hace inmediatamente el matiz mas subido.

La sandalina en solucion, sometida á la ebullicion, deposita por enfriamiento un polvo rojo, en el cual se distingue con el microscopio una multitud de pequeñas agujas de un rojo vivo: es la *sandaleina.*

Calcinada en un tubo no da producto alguno azoado.

Palo de Barwood ó Camwood.—Lo que sigue está estractado de un trabajo de Girardin y Preisser.

El naturalista sueco Afzelius descubrió en la colonia de Sierra Leona, en Africa, un grande y hermoso árbol de $19^{m}50$ de alto, con flores blancas, de la familia de las leguminosas, al que dió el nombre de *baphia nitida.* De Candolle ha colocado este género junto á los *pterocarpus* que suministran el sándalo. Los portugueses trajeron el palo de este árbol á Europa hace ya unos 60 años; solamente le han utilizado en Inglaterra. El rojo subido que se ve generalmente en los pañuelos bandanas de los ingleses, no es las mas veces sino la materia colorante del barwood, mas subidas por el sulfato de hierro. Segun Mac Culloch, la importacion de este palo llegó en el año de 1829 á 246 toneles 15 cut. En 1833 valia en la plaza de Londres de 9 á 11 libras esterlinas el tonel, comprendido el derecho de 5 chelines.

La materia colorante se ha estraido del barwood del mismo modo que del sándalo: ha presentado, segun Preisser, los mismos caracteres que la sandalina; por eso se la considera como idéntica á esta última.

Veamos, segun Girardin y Preisser, cómo se opera con el barwood en las fábricas inglesas para obtener el *rojo* y *pulga.*

Rojo de barwood.—Las piezas deben mojarse por doce horas

en un cocimiento de zumaque: se emplean 40 libras de esta sustancia para 70 piezas ó unas 230 libras de tela: se sacan las piezas de la decoccion y se meten en vasijas que contengan una disolucion de nitro-muriato de estaño, que señale 1° y ¾ del areómetro inglés de Twadell, equivalente á 1° del areómetro francés: se dejan una hora en esta disolucion, despues se lavan en agua corriente sin sacudirlas y en seguida se colocan con dos libras: 750 á cuatro libras de barwood por pieza para fondos lisos: se tiene en ebullicion el baño del tinte por hora y media, manteniéndole á esta temperatura por el mismo espacio de tiempo: se lava bien y se sacude: se tiñen á fuego desnudo y no al vapor.

Pulga de barwod.—Se mojan las piezas en un cocimiento de zumaque, empleando solamente 12 libras para 70 piezas, y permaneciendo en él 12 horas: al sacarlas de este baño se meten las piezas en una disolucion de acetato de hierro á 1° y 1|2 del areómetro inglés de Twadell: se hacen 20 inmersiones sobre el molinete, se enjuagan y sacuden; despues se repiten otras 8 en buena agua de cal, se sacuden bien y se tiñen dos veces: la primera por dos horas con 2 libras de barwood por pieza, y la segunda con 3 ó 4 tambien por pieza. Se lava bien y se sacude.

El color rojo obtenido con el barwood es brillante, pero no tan sólido como el de la rubia: se pone pardusco por el jabon; mas en cuanto al pardo es perfectamente estable: se obtiene una gran variedad de matices por el uso del quercitron y otras materias tintoriales con el barwood, aunque en este caso se tiñe con las dos materias colorantes una despues de otra.

Cochinilla.—Es un pequeño insecto que nos suministra una materia colorante roja de mucha importancia. Le describiremos en la parte del Curso dedicada á la historia natural, contentándonos aquí con manifestar sus aplicaciones en la tintorería, segun Chevreul.

La materia colorante de la cochinilla tiene mucha relacion con la brasilina, por el modo como se conduce con los ácidos y las bases salificables: con los primeros forma compuestos rojos que tiran mas bien á naranja que á violeta, y con los álcalis compuestos violados: el protóxido de estaño se comporta con ella como una base alcalina, y el peróxido del mismo metal como un ácido. La accion de estos óxidos sobre la materia colorante de la cochinilla es análoga á la que ejercen sobre la brasilina y hematina.

Pelletier y Caventou han obtenido el principio colorante de la cochinilla, sino puro, al menos en un estado que se acerca mucho á ello, y le han llamado *carmiña*, porque es el que colora la hermosa laca conocida por *carmin.*

Lassaigne ha encontrado este principio en el quermes, *coccus ilicis*, y es muy probable que exista igualmente en todas las otras especies de *coccus* que suministran tambien materias tintoriales, tales como la *cochinilla* ó el *quermes de Polonia*, la *goma* ó *resina laca* del comercio. Pelletier ha hecho el análisis elemental de la carmina, y la ha atribuido la fórmula $C^{16} H^{26} Az O^{10}$.

Para tener, dice Preisser, la carmina en estado de pureza, hemos depurado la buena cochinilla por el éter con el fin de quitar todas las materias crasas, despues hicimos una fuerte decoccion en el agua. El hidrato plúmbico ha precipitado enteramente el principio colorante, y el líquido que sobrenadaba ha quedado completamente decolorado. El carminato de plomo violeta fue descompuesto por un esceso de ácido sulfhídrico, y el líquido filtrado, casi incoloro, ha depositado por enfriamiento pequeñas agujas de un amarillo pálido, que se vuelven enteramente blancas por medio de lociones con éter y de presiones entre dos hojas de papel.

La carmina así obtenida es incolora, de sabor nauseoso, soluble en agua y alcohol.

Se enrojece lentamente por el contacto del aire; haciéndola hervir se colorea, y por concentracion deja depositar una multitud de copos de un hermoso rojo de púrpura, que es la *carmeina*.

La disolucion incolora de carmina calentada en una pequeña retorta con bicromato de potasa da un líquido coloreado en hermoso rojo, que no tarda en depositar una cantidad de copos rojos de una laca compuesta de carmeina y de óxido de cromo: esta laca se descompone tratándola por la potasa cáustica, y queda óxido de cromo en polvo verde.

La carmina se enrojece por la accion de los ácidos minerales, sobre todo por el azóico, y se disuelve en ellos: los álcalis la colorean inmediatamente en rojo violeta mas ó menos subido, y al mismo tiempo se deposita la mayor parte de la materia colorante.

La carmina y carmeina no son volátiles por sí mismas: solamente es arrastrada por los vapores de la parte que se descompone una pequeña porcion de la materia roja: las dos suministran por su descomposicion productos amoniacales.

La carmina fijada sobre lana por el alumbre y el tártaro, y sobre la seda por el alumbre, ya puro, ya mezclado con tártaro y aun con una composicion de estaño, constituye el *carmesí-fino*, uno de los colores mas hermosos y estables, advirtiendo que un lijero color amarillo dado á la lana y á la seda no daña á este tinte. Para consnguir el carmesí bien unido sobre la lana, debe ser esta homogénea, siendo necesario en el caso contrario reemplazar la lavadura con un baño alcalino.

La carmina fijada sobre la lana por la composicion de estaño da la *escarlata*, color que es esencialmente una combinacion de carmina, peróxido de estaño, ácido tartárico é hidroclórico: esta composicion esplica perfectamente por qué la escarlata se vuelve rosa y aun amaranto por el contacto de las sales básicas, y con mayor razon de los álcalis.

Mucho tiempo ha pasado antes de aplicar el color rosa á la seda con la cochinilla, el ácido tartárico y una disolucion de estaño: hoy dia este tinte no presenta dificultad alguna, y tiñendo de antemano la seda con achiote, se obtienen colores muy va-

riados, pero que son sin embargo siempre equivalentes al rojo y al amarillo mas ó menos oscuro, segun el grado de la mano dada de achiote.

La disolucion de estaño conveniente para este tinte es la que resulta de 1 parte de estaño puro disuelto en una mezcla de 4 de ácido hidroclórico humeante y 2 de nítrico de 36°. Se añade á esta disolucion la mitad de su peso de bitartrato de potasa, despues se mezcla á este líquido un cocimiento de cochinilla saturado del bitartrato. La cantidad de cochinilla debe ser el doble del peso de la disolucion de estaño; la seda se pasa despues en frio por el líquido, cuya composicion acabamos de dar, despues de haberle suficientemente diluido en agua.

En fin tratando una parte de cochinilla por 3 de amoníaco líquido, haciendo evaporar la solucion á sequedad, se obtiene un estracto que tratado por 20 veces su peso de agua hirviendo mezclada á una cantidad de vinagre igual al peso de la cochinilla, da un líquido propio para teñir la seda y la lana en rosas que son hermosas, pero que no tienen la solidez del carmesí de cochinilla.

Espondremos con rapidez, tomando siempre á Chevreul por guia, las propiedades tintoriales de materias menos importantes que las que acabamos de dar á conocer.

Quermes.—La materia colorante del quermes fijada sobre la lana dada con agua de alumbre y tártaro constituia la *escarlata de Francia* ó *de Venecia*, que no debe confundirse con la carmina fijada por la composicion del estaño, color que ha sido llamado *escarlata de los Gobelinos* ó *de Holanda*. En efecto, el color del quermes fijado por el tártaro es de un rojo pardo que no tiene nada del fuego que caracteriza á la escarlata de cochinilla; mas la primera tiene la ventaja sobre la segunda, en que no la mancha el lodo ni las aguas alcalinas.

Admitiendo que el quermes contiene carmina, es de creer que puede obrar en el tinte de las lanas, no solamente por este principio colorante, sino tambien por un principio amarillo y una materia de un leonado oscuro: esta última tal vez no sea mas que el resultado de la alteracion de una parte de los principios colorantes amarillo y rojo.

Lacdia.—El principio colorante de esta sustancia ha parecido á Chevreul idéntico al de la cochinilla, y si bien es mas sólido en el tinte aplicado á la lana por medio de la composicion de estaño, esto consiste probablemente en la presencia de un cuerpo estraño de materia resinosa.

No se usa mas que en el tinte sobre lana, y casi esclusivamente para los matices que se hacen con la composicion de estaño.

Gualda.—Esta materia es preciosa en la tintorería por la belleza y solidez del amarillo que comunica á las telas dadas con agua de alumbre: el tártaro añadido al alumbre empobrece su color, y sin embargo esta sal parece dársele anaranjado. El amarillo de gualda fijado sobre la lana por la composicion de es-

taño empleada en el tinte de escarlata, es menos estable al sol que el amarillo fijado por el alumbre.

La *luteolina*, que es el principio colorante amarillo de la gualda y que ha sido aislada por Chevreul (la ha obtenido por sublimacion bajo la forma de pequeñas agujas amarillas pálidas), segun este químico no presenta todas las propiedades tintoriales de la gualda, porque esta es susceptible de ceder á las telas una materia roja que deslustra el brillo de la luteolina: existe una cantidad notable de esta materia en la gualda seca; mas se puede producir á espensas de la luteolina, cuando la infusion ó decoccion de gualda se somete durante algun tiempo al contacto del aire y del calor; en fin, la infusion fresca ha parecido á Chevreul mas propia que la leuteolina para dar un color empastado á las telas de algodon pasadas por los mordientes ferruginosos.

Aplicando á la decoccion de gualda el mismo procedimiento que para las otras sustancias tintoriales, Preisser ha obtenido un líquido de un amarillo claro, que por enfriamiento deposita una multitud de lentejuelas de un blanco amarillento: haciendo hervir este mismo líquido con algunas gotas de ácido crómico ó un poco de bicromato potásico, se obtienen por enfriamiento anchas lentejuelas de un hermoso amarillo de oro; del todo semejantes al ioduro de plomo: estas mismas lentejuelas se obtienen además sin emplear cuerpos oxigenantes, y por el solo contacto algo prolongado del aire. Preisser llama á este principio amarillo *luteoleina*.

La luteoleina se presenta en lentejuelas blancas, solubles en agua; mucho mas en la caliente que en la fria, tambien en alcohol y éter; sabor dulce, con gusto despues amargo: es volátil, y se sublima en agujas de un amarillo de oro, mezcladas con otras menos coloreadas: es sensiblemente ácida al tornasol.

El ácido sulfúrico la colorea en amarillo claro y la disuelve. El azóico la da con mayor rapidez un matiz amarillo mas subido, y si se calienta hay desprendimiento de vapores rutilantes.

El sulfato ferroso la precipita en amarillo verdoso muy pálido, pero abandonando el precipitado al aire se hace de cada vez mas subido y se vuelve pardo de oliva.

El acetato de plomo da un precipitado blanco que viene á ser amarillo de oro por una larga estancia al aire.

La potasa, sosa y amoníaco colorean la solucion de luteolina en amarillo subido, y despues de 24 horas el líquido deposita toda la materia colorante.

Las aguas de barita, estronciana y cal se conducen del mismo modo; así es que cuando se filtra por papel no lavado con el ácido una solucion incolora de luteolina, se ve despues de dos horas el papel teñido enteramente de amarillo vivo.

La gualda contiene ácido tánico que coloreándose en el aire por la absorcion del oxígeno forma la materia roja que Chevreul ha encontrado en el cocimiento de gualda.

Quercitron.—Crevreul ha dado el nombre de *quercitrin* á la principal materia colorante de la corteza del quercitron (*quercus*

tinctoria, Michaux). Le obtuvo en pequeñas láminas ó escamas de un amarillo pálido un poco gris, concentrando poco á poco una infusion ó cocimiento de corteza y dejándola enfriar. El cocimiento antiguo de quercitron sirve poco para el tinte: una gran parte del quercitron se deposita, y lo que queda en solucion tiene un color subido y no se fija tan bien sobre las telas.

Preisser ha obtenido la *quercitrina* del modo siguiente: al cocimiento de quercitron en agua se ha añadido al principio un poco de gelatina, de suerte que se precipite todo el tanino: filtrado el líquido se le trató por una muy corta cantidad de hidrato plúmbico que produjo un precipitado pardo sucio: el líquido decantado era de un hermoso amarillo de oro, que dió con el mismo hidrato un abundante precipitado de amarillo brillante: esta última laca bien lavada se descompuso por una corriente de ácido sulfúrico, resultando un líquido incoloro que evaporado en el vacío de la máquina neumática, dió agujas blancas de *quercitrina* pura: es incolora, de sabor lijeramente azucarado con gusto despues amargo, muy soluble en agua, en alcohol y éter: se colorea lentamente en contacto del aire en amarillo claro y la solucion deposita poco á poco copos de un blanco amarillento de aspecto cristalino. La solucion acuosa abandonada largo tiempo al aire acaba por adquirir un amarillento subido.

Los ácidos minerales la disuelven coloreándola en amarillo. Los álcalis en contacto del aire la colorean en amarillo pardo subido: el amoníaco produce el mismo efecto: el agua de cal forma inmediatamente una coloracion de amarillo oscuro; por eso cuando se filtra una disolucion incolora de quercitrina por un papel no lavado con un ácido, adquiere este un tinte pardo.

El acetato de plomo da con la quercitrina un precipitado blanco que se puede desecar en un tubo lleno de ázoe, sin que se coloree sensiblemente; mas en el aire toma un matiz amarillo despues de algunas horas. Una disolucion de quercitrina que se hace hervir en una cápsula, se enturbia depositando una multitud de pequeños cristales con hebras de *quercitrina* menos solubles en el agua, y que forma con el hidrato plúmbico una laca de un hermoso amarillo dorado de *quercitreato plúmbico*.

Estos hechos prueban que en la corteza de quercitron no hay mas que un solo principio colorante, incoloro en el corazon del leño, y que no pasa al estado de principio amarillo ó de *quercitrina*, sino absorbiendo el oxígeno atmosférico. La quercitrina es en gran parte volátil; no es azoada.

El quercitron se emplea especialmente para los tintes de telas de algodon: tiene sobre la gualda la ventaja de no aplicarse de una manera bien sensible sobre las partes de telas desprovistas de mordiente. Se emplea alguna vez para teñir las lanas; en este caso el mordiente es alumbre y una disolucion de estaño formada de 7 á 8 partes de metal disueltas en una mezcla de 12 partes de ácido nítrico á 32° y de 20 partes de ácido hidroclórico humeante.

El cocimiento de quercitron está mas dispuesto á alterarse ba-

jo la influencia del aire que el de gualda; lo que viene á ser sensible poniendo en hervor por espacio de dos horas dos muestras de lana dada con agua de alumbre, de las cuales una está en contacto del aire y la otra no.

Palo amarillo.—*Moral de tintoreros.*—Segun Chevreul, el palo amarillo es susceptible de obrar en los tintes por el morin amarillo que contiene siempre y por el blanco alguna vez: hay la mayor analogía entre los colores producidos por estos dos principios y los mordientes aluminosos y aun ferruginosos; como la luteolina, se pueden sublimar en cristales los morines blancos y amarillos. Veamos su carácter distintivo: el sulfato de peróxido de hierro enverdece la solucion del morin amarillo y enrojece la del blanco. Segun Preisser el blanco que él llama *morina*, es el principio que preexiste en el palo amarillo; absorbiendo el oxígeno del aire se trasforma en *moreina* ó morin amarillo. El palo amarillo se diferencia mucho de la gualda, y sobre todo del quercitron, por su tendencia á aplicarse sobre las telas de algodon no dadas con mordiente.

El palo amarillo está sumamente dispuesto á alterarse bajo la influencia del aire y del calor; como la gualda y especialmente como el quercitron, pasa al rojo; por esta razon es menester teñir con la mayor rapidez posible las telas en su cocimiento ó infusion y no preparar estas últimas mucho antes de servirse de ellas.

El palo de que tratamos se emplea para teñir la lana en *verde* junto con el ácido sulfo-indigótico; en *verde aceituna* ú *hoja de mirto* con la indigotina desoxigenada; en *bronce* con el índigo desoxigenado, la gualda, la rubia, el alumbre, sulfato de hierro, etc.; en *negro* con el campeche, el tártaro y los sulfatos de hierro y cobre.

Serratula.—Se aplica sobre la lana por los mismos procedimientos que la gualda: el amarillo que da es mas verde que el de la gualda y pasa á ser estable.

Se hace uso de esta planta en muchos paises del Norte en donde la gualda no puede ser cultivada con ventaja: es conocida en Verviers y Aquisgran con el nombre de *yerba amarilla.* Sirve especialmente para teñir la lana destinada á hacer el orillo de los paños.

Retama de tintes.—Se empleaba con frecuencia en otro tiempo, pero hoy dia apenas. El amarillo que da es inferior al de la gualda y aun al de la serrátula.

Granos de aviñon.—*Espino cerval de tintoreros.*—El grano de Aviñon ó el de Persia, que es una variedad de este, no sirve mas que para hacer un amarillo de aplicacion para las telas pintadas: este color es intenso y bastante hermoso, pero no tiene solidez.

Segun Chevreul, estos granos ceden al agua entre otros cuerpos: 1.° un principio colorante amarillo que está unido á una materia insoluble en el éter, poco soluble en alcohol concentrado y mucho en el agua y que parece ser volátil; 2.° una materia notable por la intensidad de su amargor y que es soluble en agua y alcohol; y 3.° un principio rojo en muy corta cantidad y que

tiende á descomponerse en materia parda bajo la influencia del aire: se encuentra principalmente en el residuo del estracto acuoso, insoluble en el éter y alcohol.

Por métodos análogos á los que he espuesto anteriormente, Preisser ha obtenido de los granos de Aviñon una sustancia que ha llamado *ramnina*. Se presenta en forma de polvo en rudimentos cristalinos; tiene mucha analogía con la *quercitrina* obtenida por una cristalizacion confusa; es de sabor amargo, soluble en agua, alcohol y éter; la solucion al aire se colora con rapidez en amarillo.

Los ácidos amarillean la ramnina; los álcalis la dan inmediatamente un tinte de un pardo subido; las aguas de cal y barita producen el mismo efecto.

La ramnina bajo la influencia de los cuerpos oxigenantes, tales como el ácido azóico, crómico, bicromato potásico, ácido sulfúrico y sobreóxido mangánico, asi como el oxígeno puro, se colorea en amarillo subido y se encuentra convertida en un nuevo principio, la *ramneina*.

FUSTETE.—Da á la lana no dada con mordiente, ó ya sea con alumbre ó preparada con el mordiente de escarlata, un color amarillo mas ó menos anaranjado, que es empastado, brillante, pero que desgraciadamente no tiene estabilidad. En los talleres donde se elaboran buenos tintes es menester desterrar el fustete, ó al menos no emplearle sino junto con ingredientes de gran tinte, como la cochinilla y la gualda, y siempre en corta proporcion. Los colores de fustete toman un rojo subido por el contacto del agua de potasa.

Preisser ha obtenido del modo que sigue el principio colorante del fustete: empezó separando el tanino del cocimiento de esta sustancia por medio de un poco de gelatina, despues evaporó el líquido, filtrado y coloreado en amarillo de aceituna, casi á sequedad, y volvió á tratar el residuo por el éter: la solucion coloreada fue evaporada de nuevo en un aparato destilatorio añadida con agua y precipitada por el hidrato plúmbico. La laca amarilla fue descompuesta por el ácido sulfhídrico, resultando un líquido incoloro que depositó pequeños cristales amarillentos fáciles de purificar completamente por medio de lociones con éter: da el nombre de *fustina* á este principio cristalino.

El sabor de la fustina es lijeramente amargo y soluble en agua, alcohol y éter; las soluciones en contacto del aire se colorean con bastante rapidez sobre las orilllas de los vasos. El ácido sulfúrico la disuelve dándola un tinte amarillo claro; el azóico la colorea con mas rapidez, especialmente aplicando un poco de calor: el sulfato férrico la hace pasar al verde aceituna subido: el acetato plúmbico la precipita en blanco, mas el precipitado amarillea poco poco: la potasa, sosa y amoníaco la dan inmediatamente un hermoso color rojo.

En general, dice Preisser, la fustina tiene la mayor tendencia á absorber oxígeno para pasar al estado de *fusteina*; ofrece por lo demás mucha analogía con la ramnina.

ACHIOTE.—No se emplea sino en el tinte del algodon y seda: en el primero sirve para hacer fondos anaranjados ó dibujos de este color que se imprimen por la plancha; el achiote se disuelve desde luego en agua lijera de potasa, y una vez que ha sido aplicado á la tela, se pasa esta á un agua lijeramente acidulada. Se emplea de la misma manera en los tintes de seda, pero es casi siempre como pie del color, que será cubierto despues ya de gualda, ya de rosa de cochinilla.

Hay muchos casos en que se puede aplicar el achiote disolviéndole al principio en alcohol y mezclando su solucion en el baño del tinte; su color es poco estable.

Segun Chevreul, existen dos principios colorantes distintos en el achiote, á saber: 1.º un principio amarillo, soluble en agua, alcohol y poco en éter; se fija bien sobre la seda y lana dadas con agua de alumbre, á las que colora en amarillo; y 2.º un principio rojo en estado seco, muy poco soluble en agua, soluble en alcohol y éter que colora en rojo anaranjado y caracterizado especialmente por la propiedad que tiene de volverse de muy hermoso azul de índigo por el contacto del ácido sulfúrico concentrado.

El achiote mejor preparado contiene proporcionalmente mas principio amarillo que el ordinario.

Esperimentos de Preisser sobre el achiote: la parte interior amarillo rojo bermellon de un pedazo de escelente achiote del comercio fue tratada por una solucion muy débil de carbonato sódico; la solucion de un rojo oscuro fue precipitada por el hidrato plúmbico, que separó enteramente la materia colorante. El hidrógeno sulfurado descompuso la laca, y los líquidos filtrados y evaporados con rapidez dieron pequeños cristales blancos en hebras que tapizaban las paredes de la cápsula: á esta sustancia cristalina la ha llamado *bixina* del nombre de *bixa oreilana*, con que se designa botánicamente al árbol de que se recoge. La bixina es de un blanco muy lijeramente amarillento, de un sabor amargo bastante desagradable. Se colorea muy poco por el contacto del aire; con el tiempo adquiere un tinte amarillo sin mezcla de rojo bermellon; bajo del agua conserva su blancura: es volátil, soluble en agua, pero mas en alcohol y éter. El ácido sulfúrico la colorea en amarillo y la disuelve sin darla el tinte azulado que hace adquirir al achiote del comercio; el azóico la amarillea sensiblemente. El ácido crómico y el bicromato de potasa no tienen sino una accion lenta sobre ella: toma bajo su influencia un tinte amarillo anaranjado y cristaliza con este matiz.

El color de un hermoso rojo subido del achiote es debido á la accion simultánea del aire y del amoníaco sobre la bixina, que estos dos cuerpos convierten en una nueva sustancia que llamaremos *bixeina*.

Ha sido imposible á Preisser obtener la bixeina en cristales; queda bajo la forma de polvo de un ojo pardo subido, y en este estado se colorea en azul por contacto del acido sulfúrico: esta sustancia goza de las propiedades de los ácidos débiles; se combina con los álcalis y el óxido de plomo; posee además los mismos caracteres químicos del achiote.

Curcuma.—Contiene un principio colorante abundante que se aplica con gran facilidad sobre la lana y seda, pero que no tiene solidez alguna: lo que esplica el color azulado que toman tan rápidamente los verdes que han sido amarilleados por la cúrcuma.

Hollin.—Hervido en el agua cede á este líquido una materia colorante que es poco ó nada apta para unirse al algodon, pero que tiene una accion marcada para unirse á la seda y lana no dada de mordiente ó con alumbre: estas telas toman en el baño un color de canela cuyo tinte amarillo es realzado por el alumbre: el hollin sobre no ser sólido su color, tiene el inconveniente de endurecer la lana, especialmente cuando se tiñe en un baño cuyo residuo insoluble no se ha separado.

Corteza verde de la nuez.—El líquido procedente de la maceracion de la cáscara verde de la nuez en agua se emplea en el tinte de la lana; pero como la parte soluble es susceptible de sufrir una alteracion progresiva y no hay época precisa para emplearla, resulta que se pueden obtener colores bastante diferentes de la cáscara verde de la nuez; aunque entren sin embargo siempre en lo que se llama *leonado* ó *color de raiz*. El leonado de cáscara verde de nuez tira mas ó menos al rojo violado, se fija igualmente bien sobre la lana no dada de mordiente y la de con alumbre; es estable, y la lana que se tiñe con él, lejos de ser áspera es por el contrario suave y fácil de hilar.

Bablah.—Hay analogía entre el color que el bablah da á las telas y el que les comunica la corteza verde de la nuez; pero el leonado del primero es menos rojizo que el del segundo. Cuando se pasa juntamente algodon, seda y lana no dadas de mordiente por una infusion de bablah, la seda, y sobre todo el algodon, toman un color mas intenso que la lana. Si las telas estan dadas con agua de alumbre, el leonado es subido, pero en amarillo y no en rojo. Si las telas lo estan con peróxido de hierro toman un gris negro rojizo. El bablah da suavidad á la lana.

Nuez de agalla.—Esta materia es susceptible de teñir las telas en un color poco intenso difícil de definir; es un gris leonado amarillo rojizo; el color aplicado á la lana es mas amarillo y menos fuerte que el aplicado juntamente sobre la seda y algodon no dados de mordiente.

Las telas metidas en agua de alumbre y en un baño de nuez de agalla toman un color mucho mas subido que las mismas no dadas con mordiente: este efecto se hace mas sensible en la lana.

Un hecho notable es que el color dado por la nuez de agalla y el alumbre á las telas es bien diferente respecto á la altura del tono segun que la operacion de dar con agua de alumbre siga ó preceda á la preparacion de agallas. En efecto, las telas dadas con esta preparacion al principio no se colorean tan bien en el alumbre como en el caso contrario.

Las telas marcadas con hierro toman por la preparacion de agallas un negro ó gris negro azulado.

Las dadas con alumbre que se pasan por un baño de sulfato de peróxido de hierro, toman despues menos negro por la preparacion de agallas que las que no han sido dadas con el agua de alumbre.

La nuez de agalla se emplea en el tinte rojo de rubia sobre el leñoso, y especialmente en el negro.

Zumaque.—Reemplaza á la nuez de agalla con ventaja en el tinte en negro; da á las telas no dadas de mordiente un gris amarillo muy lijeramente rojizo, que difiere del de la nuez de agalla en que tiene menos de rojizo y mas de amarillo.

Las telas metidas en el agua de alumbre, y sobre todo la seda y lana, toman en el baño de zumaque un color amarillo bien subido.

Las marcadas de peróxido de hierro toman en el mismo baño un gris negro.

Las de alumbre y hierro son mas difíciles de teñir en el zumaque que las que solo estan dadas con el primero de estos cuerpos.

Segun esto, es evidente que el zumaque puede ser representado por una materia amarilla, mas una astringente semejante á la de la nuez de agalla.

Del negro.—El tinte en negro es uno de los mas importantes y mas frecuentemente empleados: vamos á esponer, segun Chevreul, los medios que se pueden emplear para producirle.

«Cuando se tiñe una tela en amarillo, rojo ó anaranjado, no se puede jamás restituir á un tinte oscuro por la razon de que los tres son colores esencialmente vivos.

»Tiñendo una tela en azul, ya sea con la indigotina, ó con el azul de Prusia, se obtiene un tinte muy oscuro, pero azul que tira á violeta, y si se quiere subir la tela á un tono lo mas elevado posible se sale del diapason del azul para entrar en el de un rojo cobrizo.

»En fin, si se le aplica sobre una tela de amarillo y azul, ó de rojo y azul, en su mayor pureza, se podrán obtener tintes bastante oscuros, pero entre ellos el mas subido no lo será sin embargo tanto como el azul mas oscuro.

»De esto se sigue que *en los tintes tan imposible es producir el negro con dos colores, como con uno solo: pero si se aplica sobre una tela azul el rojo y amarillo en proporciones convenientes, se tendrá el* NEGRO.

»De esto se ha deducido que en materia de tinte el negro es producido por el azul, rojo y amarillo en ciertas proporciones, las cuales han sido fijadas por el P. Castel en 15 partes de azul, 5 de rojo y 3 de amarillo; pero esta determinacion es mas bien resultado de una simple teoría que de la esperiencia, como el mismo P. Castel lo ha hecho notar. La dificultad de aplicarlo á un caso práctico está en que no se conoce hoy dia en los tintes principios colorantes que se puedan considerar como representantes del amarillo, rojo y azul en estado de pureza. Si una combinacion amarilla, roja ó azul se fija sobre una tela, lejos de representar

tantas partes de amarillo puro, rojo puro ó azul puro, representa el amarillo mezclado ya de rojo, ya de azul, ya en fin á la par de rojo y azul, en proporciones del todo indeterminadas.»

Probemos ahora á hacernos cargo de los principales procedimientos empleados para producir los negros y pardos sobre la tela.

La nuez de agalla y una sal de *hierro* usada con tanta frecuencia en el tinte en negro, no dan sino el gris violado ó azulado.

El pirolignito de hierro, que contiene una materia empireumática parda, da á las telas un pardo que tira en los tonos claros á amarillo verdoso y en los subidos al rojo castaña. Dando con la preparacion de agallas al leñoso y seda, y metiéndolos en un baño de pirolignito de hierro, se puede, repitiendo muchas veces estas operaciones sucesivas, si se juzga conveniente, obtener el *negro*.

La agalla, campeche y una sal de hierro no producen mas que un azul violeta muy subido; sin embargo, si se les aplica sobre lana en un baño muy caliente, que al mismo tiempo esté espuesto á la accion del aire, el hematato de hierro sufre una alteracion, que haciéndole pasar al rojo es favorable para la formacion del negro. Esta alteracion de la hematina es notable en el caso que se tiña al hervor y al contacto del aire lana dada con agua de alumbre en un baño de campeche, como dijimos mas arriba.

La agalla y las sales de cobre tiñen las telas de un leonado aceitunado; el campeche y las sales de cobre en azul violeta: se ve, segun esto y por lo que antecede, la posibilidad de obtener con la nuez de agalla, campeche y sales de hierro y cobre un color negro sobre las telas.

Puesto que la nuez de agalla, astringente que da un precipitado azul subido con las sales de peróxido de hierro, es propia para el tinte en negro, claro está que puede ser reemplazada por el zumaque, el bablah, etc., que gozan de la misma propiedad; pero cuando se trata en una composicion de sustituir una ú otra á la nuez de agalla, es menester considerar las proporciones de la materia amarilla y de la roja relativamente al astringente ó ácido agállico que forman el azul con las sales ferruginosas, proporciones que pueden ser muy diferentes.

Cuando se quiere tener negro en lana del mejor tinte posible, se necesita dar á la tela un pie de azul de índigo, despues pasarla á un baño de campeche, zumaque y sulfato de protóxido de hierro.

Se puede emplear tambien el zumaque y nuez de agalla en la proporcion de 60 á 2,4. Se puede reemplazar el zumaque por una cantidad de nuez de agalla igual al tercio del zumaque prescrito por la receta.

Además puede sustituirse al sulfato de protóxido de hierro el acetato, teniendo cuidado que la cantidad de óxido sea la misma en los dos casos.

Se hace el negro sobre lana salpicándola de azul de indigotina y empleando por 100 partes de tela 200 de campeche, 60 de

zumaque, 2,4 de nuez de agalla y 20 de sulfato de hierro; despues dando á la tela tres fuegos de dos horas cada uno.

Al concluir estas nociones generales sobre la tintorería creo útil mencionar aquí las conclusiones del trabajo notable de Preisser, del cual he tomado numerosas cosas.

1. Las materias tintoriales son incoloras en las plantas jóvenes y en el interior de los tejidos orgánicos que no estan al contacto del aire.

2. Es el oxigeno el que fijándose sobre estas materias determina su coloracion.

3. Las diversas materias coloreadas que se estraen de los tejidos de una misma planta, derivan todas de un solo principio inmediato primitivamente incoloro, que absorbiendo mas ó menos oxígeno da lugar á estas diferentes modificaciones que se han distinguido con nombres particulares.

4. Se pueden volver incoloras las materias colorantes de las plantas poniéndolas en presencia de cuerpos ávidos de oxígeno y se las puede restituir su color por el contacto de los cuerpos oxigenantes.

5. Algunos principios exigen sin embargo para el desarrollo de su color la accion simultánea del aire ó del oxígeno y de las bases; en general, los óxidos poderosos, potasa, sosa y amoníaco provocan especialmente la coloracion en presencia del aire.

6. La análisis elemental demuestra que los principios incoloros son menos oxigenados que los mismos coloreados.

7. Las materias tintoriales ya incoloras, ya coloreadas, poseen propiedades manifiestamente ácidas, sobre todo en el último caso; enrojecen mas ó menos el tornasol y neutralizan las bases.

8. Las lacas son verdaderas sales de proporciones definidas.

9. Estas combinaciones salinas no se unen íntimamente con las telas, sino cuando son producidas sobre la misma fibra testil: de otro modo el color está simplemente puesto en placas ó sobrepuesto en la tela, y una simple lavadura le quita.

10. La capacidad de saturacion de los principios ácidos colorantes se aumenta con la cantidad de oxígeno que encierran; crece con el número de átomos de oxígeno.

11. El ácido crómico y el bicromato potásico obran sobre los principios colorantes por su oxígeno: el óxido de cromo que se produce en este caso, se combina con el principio colorante modificado ú oxigenado, y forma una laca que queda unida al tejido.

12. El ácido sulfhídrico decolora los principios colorantes desoxigenándolos y llevándolos por consecuencia á su tipo primitivo, puesto que hay siempre precipitacion de azufre y formacion de agua.

Fermentaciones.—Se da el nombre de fermentacion á la descomposicion espontánea de las materias orgánicas, bajo la in-

fluencia de cuerpos organizados llamados *fermentos*. Esta descomposicion ofrece muchas variedades. Los cuerpos que contienen azúcar suministran al principio alcohol y ácido carbónico, y este grado particular de fermentacion ha recibido el nombre de *fermentacion vinosa* ó *alcohólica*.

Los cuerpos vienen á ser en seguida ácidos, dando así orígen al ácido acético, época que constituye la *fermentacion ácida*. La mayor parte de las sustancias orgánicas se trasforman lentamente en *mantillo* padeciendo alteraciones tan variadas como su naturaleza: se nombra esta descomposicion *fermentacion pútrida*; y en fin, si se consideran todas las trasformaciones espontáneas que pueden sufrir las materias orgánicas, se debe ciertamente admitir un gran número de otras fermentaciones particulares: citaré especialmente la *fermentacion mucosa* y la *láctica* que esperimenta la disolucion de azúcar bajo la influencia de las membranas, como lo han notado Fremy y Boutron.

Fermentacion vinosa.—*Curso de la operacion.*—Existen cuatro condiciones esenciales para que un líquido pueda sufrir la fermentacion alcohólica: 1.ª que contenga azúcar de uva (glucosa) ó materias que por sus trasformaciones puedan formarla; ej. almidon, que se convierte en glucosa bajo la influencia de la cebada fermentada ó azúcar de caña que se trasforma en glucosa por efecto de la levadura; 2.ª que la solucion esté suficientemente dilatada en agua; 3.ª que la temperatura esté entre 10 y 30°; y 4.ª que la accion sea escitada por la presencia de cuerpos particulares, conocidos con el nombre de *fermentos*. Veamos lo que pasa durante la fermentacion alcohólica: cuando se esprime el zumo de una parte vegetal azucarada, por ejemplo la uva, grosellas, remolacha y zanahorias, y se abandona el líquido claro á sí mismo en un vaso lijeramente cubierto y á una temperatura de 20 á 24°, se hace opalino en el espacio de algunas horas y alguna vez mas pronto; y se manifiesta un lijero desprendimiento de gas que se aumenta poco á poco, mientras que el líquido se enturbia y toma un aspecto de agua arcillosa: al fin la masa entra en una efervescencia permanente y bastante fuerte para ser oida; se produce un desprendimiento de calor, de modo que la temperatura del líquido se eleva á la del aire ambiente. Las burbujas de gas salen de la materia que se precipita, se fijan sobre esta materia y la arrastran con ellas á la superficie del líquido, que se encuentra por esto cubierta de un precipitado que sobrenada. Las porciones de este que se separan de las burbujas gaseosas que las han arrastrado, caen sin cesar al fondo del líquido, desarrollan nuevas burbujas de gas, y apenas llegan al fondo cuando se encuentran rodeadas de las mismas y vueltas á elevarse á la superficie. Este movimiento continuo durante un espacio de tiempo mas ó menos largo, segun la temperatura, la cantidad y especie de azúcar contenidas en el líquido, la eficacia del fermento, etc., puede durar desde 48 horas hasta muchas semanas. Habiendo cesado todo el desprendimiento de gas, el precipitado reunido en la superficie del líquido, y que consis-

te en su estado de fermento, cae al fondo del vaso y el líquido se aclara, porque el fermento no se encuentra ya elevado por las burbujas de gas. En este estado el líquido no contiene azúcar, y su sabor no es azucarado: depende de una mezcla de agua y de un líquido volátil, que es uno de los productos de la fermentacion y que se le conoce con el nombre de *alcohol* ó *espíritu de vino*.

Vemos pues que las materias empleadas son el azúcar, agua y fermento; los productos un gas, que es ácido carbónico puro cuando se emplean líquidos azucarados, y un líquido fermentado variable segun la naturaleza del producto.

Fermentos: teoría de las fermentaciones.—La historia de los fermentos forma aun una de las partes mas oscuras de la ciencia, y no obstante es una de las mas interesantes: no hay fenómeno que se haya observado desde mas antiguo, ni que haya dado lugar á mas esperimentos: sin embargo, por uno de los contrastes que no se encuentran sino rara vez en los anales de la ciencia, es acaso el que menos conocemos todavía. No hace mucho tiempo que se creia que la levadura de la cerveza contenia un principio inmediato particular, que era el verdadero fermento; pero investigaciones mas positivas han demostrado que este cuerpo es un compuesto de muchos principios inmediatos, que es un verdadero cuerpo organizado.

Cagniard-Latour ha demostrado por observaciones microscópicas muy estensas, verificadas despues por Turpin y Quevenne: 1.° que la levadura de cerveza ó el fermento puro es un monton de pequeños cuerpos globulosos organizados, y no una sustancia simplemente orgánica ó química como se le suponia; 2.° que estos cuerpos parecen pertenecer al reino vegetal, y regenerarse de dos maneras diferentes; y 3.° que parecen no obrar sobre una disolucion de azúcar sino mientras estan en estado de vida. De donde se puede inferir que sea muy probable por algun efecto de su vegetacion, que desprendan ácido carbónico de esta disolucion y la conviertan en un líquido espirituoso. Además Cagniard ha observado: 1.° que esta materia organizada puede producirse y desarrollarse en algunas circunstancias con una gran prontitud, aun en medio del ácido carbónico, como en la tina de los cerveceros; 2.° que su modo de regenerarse presenta particularidades de un género qúe no habia sido observado respecto á otras producciones microscópicas compuestas de glóbulos aislados; y 3.° que no perece por enfriamiento muy considerable, ni tampoco por privacion de agua.

La propiedad que posee el fermento de determinar la fermentacion de una disolucion dilatada de azúcar, es muy fugaz, y leves alteraciones bastan para quitársela por siempre. Esto era difícil de comprenderse en otro tiempo; pero no en el dia, que está admitido que el movimiento de la fermentacion le determina un cuerpo organizado, exento de potencia motriz cuando le ha abandonado la vida, por cuya razon se destruye la propiedad fermentescible de diversos modos. 1.° Por la *desecacion completa* del

fermento, si bien se ha ensayado en Inglaterra recoger la levadura que se obtiene en la fabricacion del *pórter*, y despues de haberla lavado, espulsar su agua con una prensa movida por el vapor, adquiriendo así tan gran dureza y encontrándose tan bien desecada que puede conservarse y enviarse á las posesiones inglesas de las Indias Orientales. 2.º Por la ebullicion pierde el fermento su virtud, pero no desaparece instantáneamente: cuanto mas se prolonga aquella tanto mas disminuyen las propiedades de este. 3.º Cuando se echa alcohol sobre el fermento, este pierde en el mismo instante la propiedad de escitar la fermentacion. 4.º Además el fermento pierde sus cualidades por la influencia de muchos agentes de naturaleza orgánica, tales como los ácidos: $\frac{1}{1000}$ de ácido sulfúrico es suficiente para conseguir este efecto, y el acético concentrado ejerce la misma accion; los álcalis y las sales, especialmente las que abandonan fácilmente su oxígeno, producen el mismo efecto. 5.º Muchos cuerpos, de los que se añade una pequeña cantidad al fermento, impiden la fermentacion: en este caso estan el ácido sulfuroso y los sulfitos, la mostaza en polvo y particularmente su aceite volátil, y en general todos los aceites volátiles que contienen azufre, así como los vegetales que encierran estos aceites.

Advirtiendo que no se forman durante la fermentacion sino alcohol y ácido carbónico, esta trasformacion se representa por una ecuacion bien sencilla. En efecto, se sabe que la glucosa, única azúcar que fermenta, puede ser representada por H^{12} C^8 O^6 ó por el bicarbonato de hidrógeno carbonado hidratado ó bicarbonato de alcohol ($2\ CO^2 \times 4\ H^2\ C \times 2\ H^2\ O$). Los elementos bajo la influencia del fermento se combinan en otro órden; el ácido carbónico se desprende y el alcohol queda en el líquido.

Vino.—Veamos cómo se prepara: si se trata de hacer *vino tinto*, se introducen las uvas en una cuba donde se las espachurra; estando en perfecta sazon, y la temperetura á mas de 15°, no tarda en establecerse la fermentacion, la cual se halla en completa actividad á las 24 horas. El orujo está elevado en la parte superior en forma de *sombrero*. Cuando el movimiento fermentescible principia á aflojar, se menea la cuba para mezclar el orujo con el líquido; la fermentacion principia de nuevo para calmarse bien pronto. A esta época el sombrero se hunde, y se aclara el vino: despues se trasiega, se llenan los toneles hasta sus dos terceras partes y se lleva el orujo á la prensa; se acaban de llenar los toneles con el producto de la espresion: la fermentacion lenta continúa durante algun tiempo, se aclara el vino y desaparece el fermento depositándose las materias estrañas que le enturbiaban que son conocidas con el nombre de *heces* ó *lias*; se precipita tambien el bitartrato de potasa. El vino se perfecciona poco á poco por la conservacion: su sabor se hace cada vez mas perfecto cuando los elementos que le componen estan en proporciones convenientes: la materia colorante se deposita poco á poco; pero

de vez en cuando padece un trabajo de organizacion, pues organizándose sus heces producen un nuevo fermento: entonces es indispensable trasegar el vino. El *blanco* se prepara como el tinto, escepto que antes se le somete á la prensa, en lugar de hacer fermentar la uva esprimiéndola: si se le deja fermentar como á la uva negra, se colorea en amarillo de una manera muy sensible.

Hay algunas condiciones esenciales en la conservacion de los vinos: es preciso que las cubas ó tinajas que le contienen esten constantemente llenas y en un sitio fresco: es preciso tambien que esten bien tapadas. Los vinos se perfeccionan en las cubas cuando reunen estas condiciones; porque el producto que se evapora por los poros de la madera es mas acuoso que el que es retenido en lo interior. Los mejores vinos se ponen en botellas, despues da haber pasado mas ó menos tiempo de su trasiego: estas botellas estando bien tapadas conservan el vino por mucho tiempo, y su calidad se mejora con los años. Las botellas deben estar echadas, para que los tapones permanezcan húmedos, sin que acaben por desecarse y no ajustarse bien. Algunas veces el vino deposita tártaro en las botellas, y con mucha frecuencia se encuentran cristales regulares, aunque pequeños, de bitartrato de potasa.

Fragancia de los vinos.—No se sabe bien por qué se mejoran los vinos en las botellas: se cree generalmente hoy dia que esta mejora es efecto de la formacion de un éter particular descubierto en los buenos vinos por Liebig y Pelouze, al cual le han dado el nombre de *éter enántico*, que comunica al vino un olor particular, que los inteligentes encuentran muy agradable, designándole con el nombre de *fragancia:* este gusto determina muchas veces el precio del vino, además de la cantidad de alcohol que contenga.

Las partes odoríficas y sápidas de los vinos se producen por la fermentacion del zumo de la uva, que contiene cierta cantidad de ácido tartárico: faltan en casi todos los vinos exentos de este ácido, ó que contienen otro orgánico, tal como el acético. Los vinos de paises meridionales no poseen por lo regular esta fragancia: en los de Francia este olor es ya muy sensible: en los del Rin sumamente fuerte: así entre las uvas que se cultivan en las comarcas rinianas, las que maduran mas tarde y que adquieren aun raras veces un grado de perfecta madurez, el *riessling* y *orleans*, poseen el mas fuerte olor vinoso, la fragancia mas señalada, y son respectivamente muy ricas en ácido tartárico. Las uvas tempranas, como el *rulaender* y otras, suministran vinos espirituosos semejantes en cuanto al sabor á los vinos de España, pero sin fragancia. Las llamadas *riessling* que maduran en el Cabo, y que han sido trasplantados allí del Rin, dan un vino delicioso, aunque carecen del aroma que distingue á los vinos de aquel pais. Segun esto es fácil de ver que el ácido contenido en los vinos se encuentra en cierta relacion con el olor que presentan; el ácido y el olor siempre se encuentran juntos: es pues in-

dudable que la presencia del ácido influye en la formacion de la fragancia en los vinos.

De cualquier modo que se presente en la fermentacion vinosa la formacion de las materias odoríficas volátiles, ello es que la fragancia de los vinos es debida á la presencia de un éter formado por un ácido orgánico análogo á los ácidos crasos y producido en el acto mismo de la fermentacion: solo en los líquidos alcohólicos que encierran además ácidos muy solubles, es en los que los crasos, y por consiguiente el *ácido enántico*, pueden combinarse con el óxido de etila, en términos que comunique olor á estos líquidos: por esa razon se encuentra el *enantato de óxido de etila* (el éter enántico) en todos los vinos que contienen ácido libre, al paso que no se halla en los que estan exentos de él.

Composicion de los vinos.—Es muy variable á juzgar por las numerosas variedades de gusto y de color: los principios que se encuentran generalmente en los vinos son *agua*, *alcohol*, *azúcar* no descompuesta, *goma del estractivo* que proviene en parte de las uvas y en parte se forma durante la fermentacion á espensas del azúcar, *ácido acético*, *bitartrato de potasa*, *tartrato de cal y hierro*, *tartrato de alúmina y potasa*, *sulfato de potasa* y *cloruro de sodio*; además de estos cuerpos se encuentra en los vinos tintos *tanino* y *materia colorante* roja, la cual, segun Robiquet, puede obtenerse cristalizando *éter enántico*. La diferencia entre las diversas especies de vinos depende de las proporciones en que las materias mencionadas se encuentran allí mezcladas, de las diferencias específicas que ofrece el estractivo y de otras causas análogas.

La *cantidad de alcohol* varía en los vinos en razon de los paises y climas, ó en los mismos paises en razon del terreno, del tiempo y del tratamiento que se hace sufrir á la uva. Brandes ha determinado la cantidad de alcohol contenido en diferentes vinos. Los números son demasiado elevados, porque operaba sobre vinos esportados que casi siempre estan recargados de alcohol; daré mas adelante un estado que presente las riquezas en alcohol de vinos naturales. El mejor medio para obtener este dato es comparar el volúmen de alcohol destilado con el de todo el liquido, y determinar por medio del alcohómetro la cantidad de alcohol contenido en el producto de la destilacion.

Vinos espumosos.—La Champaña tenia el monopolio de la fabricacion de estos vinos: es cierto que los terrenos de los lados de Aí y de Sillerí suministran un vino blanco lijero que reune todas las cualidades que son de desear en la fabricacion de los vinos espumosos; pero la mayor parte de los de Borgoña convienen perfectamente á esta fabricacion. Veamos cómo se fabrican estos vinos. Cuando estan bien clarificados (no es menester que sean bastante añejos para que esten privados de todo su fermento) se ponen en botellas y se añaden 45 gramos por cada una de azúcar cande. Se vuelcan las botellas sobre el tapon y se establece una nueva fermentacion que enturbia el vino, pero el fermento se deposita en aquel: se abre la botella con vi-

veza para que salga esta nueva hez, despues se tapa perfectamente, se ata con un bramante, se embrea, etc. El inconveniente de este procedimiento consiste en que uno no es dueño de esta segunda fermentacion, pues si es demasiado enérgica, las botellas se rompen (esta es la causa de lo caro de este vino), y si demasiado débil, forma poca espuma.

Enfermedades de los vinos.—El *ahilado* es la enfermedad mas comun y peor de los vinos de Borgoña y Champaña: los que son atacados de ella pierden su fluidez y hacen hebra como el aceite; se llama esta degeneracion *ahilarse*. Los vinos blancos son los mas espuestos á ella, lo mismo que los que estan hechos con uvas desgranadas. Concebimos perfectamente esta diferencia, pues un vino que se ahila es porque contiene glúten puro que reacciona sobre el azúcar, y se opera entonces una verdadera *formacion mucosa*. Cuando el vino ha fermentado con la raspa, esta contiene tanino que precipita el glúten, y no puede ya verificarse la formacion mucosa. El remedio de esta incómoda enfermedad está naturalmente indicado. Se añade al vino un poco de disolucion de tanino, y se le clarifica con una disolucion de cola de pescado: 1 gramo de tanino ó de estracto de nuez de agalla basta para cada botella.

El *agriarse* los vinos es su enfermedad mas conocida: las causas que pueden producirla son: 1.° el acceso del aire; 2.° la temperatura demasiado elevada de la bodega; 3.° la acuosidad del vino; y 4.° las commociones. Cuando un vino se vuelve agrio, el aire entra con silbido por un agujero que se hace en el tonel. Fácil es precaver esta acidez separando todas las causas que acabamos de asignar; pero es imposible hacer retrogradar la marcha del vino cuando se ha declarado ya, y así es irremediable esta enfermedad. Se puede alguna vez disfrazar este defecto restableciendo una nueva fermentacion alcohólica, clarificando prontamente y conservando en vasijas bien tapadas; pero muchas veces es preferible hacer un sacrificio y venderlo al vinagrero. Algunos vendedores culpables disfrazan esta acidez añadiendo litargirio que forma un acetato de plomo de sabor azucarado; pero en lugar de vino venden un verdadero veneno. Diremos mas adelante el medio de descubrir este fraude criminal, que no podia aprovechar mucho tiempo á los que le empleaban, y que hoy dia está generalmente abandonado.

Las *flores del vino* no constituyen una enfermedad particular, y solo son indicio de la acidez.

Procedimientos para ensayar los vinos fraudulentamente coloreados.—Se disuelve al principio 1 parte de alumbre en 11 de agua, y 1 de carbonato de potasa en 8 del mismo liquido: se mezcla el vino con un volúmen igual de la disolucion de alumbre que pone su color mas claro; despues se echa poco á poco la disolucion alcalina, teniendo cuidado de no precipitar la totalidad de la alúmina: esta se precipita entonces con el principio colorante del vino en estado de una laca cuyo matiz varía con la naturaleza de la materia colorante, y que toma por un esceso

de potasa otro tinte que varía tambien en razon del principio colorante combinado con la alúmina. Para proceder á este ensayo es menester hacer un esperimento comparativo con el vino tinto natural, porque no es posible establecer comparaciones exactas entre colores que se retienen solamente en la memoria. La comparacion se hace mejor de once á veinticuatro horas despues de la precipitacion. El precipitado que presenta el vino tinto no adulterado es de un *gris sucio* que tira visiblemente al rojo, y el líquido viene á quedar casi incoloro, á medida que se efectua la precipitacion de alúmina. Porciones del mismo vino, coloreadas por las materias siguientes, han producido estas reacciones: el vino coloreado con los *pétalos de la amapola* ha dado un precipitado *gris azulado*: el vino coloreado con *bayas del ligustro* un precipitado *violeta parduzco* y un líquido violado: con los *pétalos de la malva real* ha presentado la misma reaccion: con las *bayas de arándano* un precipitado *gris azulado*: con las *bayas de yezgo* un precipitado *violeta* y un líquido del mismo color de un *gris azulado* por la accion de la potasa: con las *guindas* precipitado de un hermoso *color violado*: con el *palo brasil de gris morado* y con el de *fernambuco* ha dado precipitado *rosa*.

Veamos el mejor medio para conocer que un vino *ha sido adulterado con el plomo ó el litárgirio*. Se emplea una disolucion de sulfuro de calcio en el ácido clorhídrico ó tartárico diluido: esta disolucion precipita el plomo en estado de sulfuro negro, mientras que el hierro que puede encontrarse en el vino queda disuelto en el ácido clorhídrico: es necesario tener la precaucion de decolorar el vino tinto de antemano con cloro.

Cerveza.—Las diferentes especies de cervezas son infusiones de cebada fermentada muy lijeramente tostada, á la que se da el nombre de *malta* mezclada con una infusion de lúpulo al que se hace sufrir la fermentacion alcohólica.

Preparacion.—La infusion de malta recibe el nombre de *mosto de cerveza*: se prepara mas ó menos concentrada segun se necesita: se principia por echar agua templada sobre la malta groseramente molida, despues se añade agua de cada vez mas caliente, de modo que el todo adquiera una temperatura de 75 á 80°: durante este tiempo se agita la masa de cuando en cuando, y al fin se la deja reposar por algunas horas: la conversion del almidon en goma y azúcar continúa siempre efectuándose, y el sabor azucarado del líquido se aumenta considerablemente; se saca la porcion disuelta, y se hace hervir el líquido; mientras dura esta operacion se trasforma en azúcar una gran cantidad de dicha goma. Teniendo los líquidos mucha tendencia á volverse ácidos, se añade á la infusion de malta antes de hacerla hervir cierta cantidad de lúpulo que se opone á la fermentacion ácida y da al mosto de cerveza un sabor amargo aromático. El líquido concentrado por la ebullicion debe enfriarse rápidamente hasta una temperatura de cerca de 22°, añadiéndose entonces el fermento: si el enfriamiento se hiciese con lentitud, el líquido se volveria ácido sensiblemente: cuando ha

llegado á esta temperatura se añade la levadura y se procura mantenerla en el mismo grado de calor. Estando la fermentacion casi concluida, se trasiega la cerveza en los toneles donde el líquido se aclara, mientras que se acaba aquella: muchas veces es necesario clarificarla con una disolucion de cola de pescado. Si se embotella poco antes que haya terminado del todo la fermentacion, y se tapan las botellas, la cerveza se hace espumosa y es mas agradable de beber y mas refrigerante.

Cuando el líquido fermentado está muy concentrado se le llama *cerveza doble*: en este caso contiene de 5 á 8 por 100 de alcohol anhidro. La cerveza mas diluida se prepara inmediatamente en estado de dilucion conveniente, ó bien se la obtiene diluyendo la fuerte con agua que se ha dejado enfriar despues de haberla calentado hasta la ebullicion: esta cerveza floja contiene de 2 á 4 por 100 de alcohol y muchas veces menos.

El *pórter*, que se fabrica en gran cantidad especialmente en Inglaterra, es una especie de cerveza en que se hace entrar lúpulo de la mejor calidad, y además de la malta ordinaria otra cantidad de ella que se ha secado á una temperatura tan elevada que ha contraido un gusto á quemado; pero sin embargo no está parda interiormente. El pórter fuerte y espumoso que los ingleses llaman *brownstout*, contiene, segun Brandes, 6,1|3 por 100 de alcohol anhidro, al paso que el pórter flojo que llaman *table-beer*, no contiene sino 3,89 por 100. En Francia se sustituye alguna vez al *mosto de cerveza* preparado con la malta una disolucion debilitada de azúcar de almidon por el ácido sulfúrico, en lo que á mi ver hacen mal, porque la cerveza que se obtiene no es de tan buena calidad.

La buena cerveza es una escelente bebida. En efecto, contiene una corta proporcion de alcohol (2 á 3 por 100), glúten y destrina, la materia aromática del lúpulo y cosa de dos veces y media de su volúmen de ácido carbónico; todas estas materias estimulan lijeramente el estómago, apaciguan la sed y hacen de la cerveza una muy buena bebida alimenticia: desgraciadamente en las grandes ciudades donde el fisco carga á la cebada de derechos de entrada se reemplaza este útil cereal por la glucosa, y la cerveza está privada del glúten, y contiene además sulfato de cal que siempre retiene la glucosa. Si añado á esto que por motivo de economía los cerveceros sustituyen alguna vez el lúpulo con la genciana, y emplean el agua selenitosa de sus pozos, se comprenderá fácilmente que esta bebida estará lejos de ser tan saludable como la cerveza primitiva. Veamos algunas recetas de cerveza.

Pórter ó cerveza de mesa: malta, 46 hectólitros; lúpulo, 60 kilógramos; levadura 37; sal marina 2 y agua C. S. para 68 hectólitros de cerveza.

Pórter de guardar: malta, 29 hectólitros; lúpulo, 45 kilógramos; levadura 25; sal marina 25 y agua C. S. para 30 hectólitros de cerveza fuerte.

Cerveza de Estrasburgo: malta, 25 kilógramos; lúpulo 500 gramos; levadura 250 y agua C. S. para obtener medio hectólitro.

Cerveza de Baviera.—Las cervezas de Inglaterra y Francia y la mayor parte de las de Alemania se agrian poco á poco en contacto del aire: este inconveniente no se encuentra en las de Baviera que se pueden conservar todo el tiempo que se quiera en barriles llenos ó medio vacíos sin que se alteren: es preciso atribuir una calidad tan preciosa al procedimiento particular de que se echa mano para hacer fermentar el mosto, procedimiento que se llama *fermentacion con depósito* y que ha resuelto uno de los mejores problemas de la teoría. Espondremos esta fabricacion segun Liebig.

«El mosto de cerveza es respectivamente mas rico en glúten soluble que en azúcar; metiéndolo en fermentacion por el procedimiento ordinario, se separa una gran cantidad de fermento en forma de espuma espesa, á la cual se fijan las burbujas de ácido carbónico que se desprenden, haciéndola especificamente mas lijera, y la elevan á la superficie del líquido, cuyo fenómeno se esplica fácilmente. En efecto, puesto que en el interior del líquido, al lado de las partículas de azúcar que se descomponen; se encuentran otras de glúten que se oxidan al mismo tiempo, y envuelven, por decirlo así, á las primeras, es natural que el ácido carbónico del azúcar y el fermento insoluble procedente del glúten se separen juntamente y se adhieran uno á otro. Ademas, luego que se ha acabado la trasformacion del azúcar, queda todavía una gran cantidad de glúten en disolucion con el líquido fermentado, y este glúten, en virtud de la tendencia que presenta á apropiarse el oxígeno y á descomponerse, provoca la trasformacion del alcohol en ácido acético: si se le separase enteramente, así como todas las materias capaces de oxidarse, la cerveza perderia por esto la propiedad de agriarse: precisamente éstas son las condiciones que llena el procedimiento seguido en Baviera.

»En este país se pone á fermentar el mosto de lúpulo en artesas descubiertas de gran superficie y colocadas en parajes frescos cuya temperatura no esceda de 8 á 10° c. La operacion dura tres ó cuatro semanas: el ácido carbónico se desprende, no en burbujas voluminosas, que estallan á la superficie del líquido, sino en ampollitas muy pequeñas como las de un agua mineral ó de un líquido que está saturado de ácido carbónico, y en el cual se disminuye la presion. De esta manera la superficie del líquido está continuamente en contacto con el oxígeno del aire: apenas se cubre de espuma y todo el fermento se deposita en el fondo de las vasijas en forma de un barro muy viscoso llamado *hez*.

La hez no provoca los fenómenos de la fermentacion tumultuosa; por esto es del todo impropia para la panificacion, al paso que la levadura superficial sola puede servir para ella. Esta levadura de depósito es una especie particular; no es el *precipitado* que se deposita en el fondo de las cubas en la fermentacion ordinaria de la cerveza, sino una materia enteramente distinta. Es preciso tener un cuidado especial para procurársela en estado conveniente. Al principio los cerveceros de Hesse y de Prusia encontraban siempre mas ventaja y seguridad en irla á buscar á Wurtzbourg ó á Bamberg en Baviera, que en prepararla por sí mismos.

Una vez establecida la primera fermentacion y bien arreglada, se obtiene en abundancia para otra y para todas las operaciones subsiguientes:

En cantidad igual de cebada fermentada, la cerveza fabricada con depósito contiene mas alcohol y es mas espirituosa que la que resulta por el método ordinario. En muchos Estados de la Confederacion germánica se ha reconocido muy bien la influencia favorable que ejerce sobre la calidad de las cervezas el uso de un procedimiento racional para hacer fermentar el mosto. Así en el gran ducado de Hesse se han propuesto premios considerables para la fabricacion de la cerveza por el método que se sigue en Baviera: estos premios se dan á los cerveceros que prueban al mismo tiempo se ha conservado por seis meses en los barriles sin agriarse. En la época en que se hicieron los primeros ensayos, se deterioraron muchos miles de toneles, hasta que al fin la esperiencia condujo al descubrimiento de las verdaderas condiciones, tales como la teoría las habia previsto y señalado.

Ni la riqueza en alcohol, ni el lúpulo, ni una y otro reunidos impiden á la cerveza el agriarse. En Inglaterra se llegó á conseguir, sacrificando los intereses de un capital inmenso, preservar de la acidificacion las buenas clases de *ale* y *pórter* dejándolas reposar durante muchos años en barriles enormes bien cerrados, cuya parte superior está cubierta de arena, y enteramente llenos. Este procedimiento es idéntico al tratamiento que se hace sufrir á los vinos para que *dejen posos* Se establece entonces una lijera corriente de aire al través de los poros de la madera; pero la cantidad de materias azoadas contenidas en el líquido es tan grande con relacion á la del oxígeno que encierra, que este último no puede obrar sobre el alcohol. Sin embargo, la cerveza así compuesta no se conserva mas que dos meses en barrilitos mas pequeños, donde entra el aire.

Cuidar que la fermentacion del mosto de cerveza se haga á una temperatura baja que impida la acidificacion del alcohol, y que todas las materias azoadas se separen perfectamente por el intermedio del oxígeno del aire y no á espensas de los elementos del azúcar, es todo el secreto de los cerveceros de Baviera. En los meses de marzo y octubre se fabrica la cerveza en este país.

Sidra de manzana, pera y aguamiel.—La *sidra* es un líquido fermentado que sirve generalmente de bebida al pueblo en el Norte de Francia y en algunos paises de Alemania. Se prepara con manzanas maduras, que son de una calidad particular. Despues de haberlas espachurrado se esprimen y se recibe el zumo en grandes cubas, desde donde se pasa á unos toneles colocados en las cuevas: el zumo de manzanas abandonado á sí mismo entra en fermentacion; pero frecuentemente esta no comienza hasta el mes de marzo: algunas veces se embotella la sidra antes que se haya concluido la fermentacion; en este caso forma espuma. Por lo comun se echa sobre el residuo esprimido cierta cantidad de agua caliente, y se le comprime de nuevo: de este modo resulta de calidad inferior.

Las peras sometidas á un tratamiento análogo proporcionan un líquido conocido con el nombre de *sidra de pera*, que cuando está bien preparado se parece algo al vino blanco y tiene mucho alcohol.

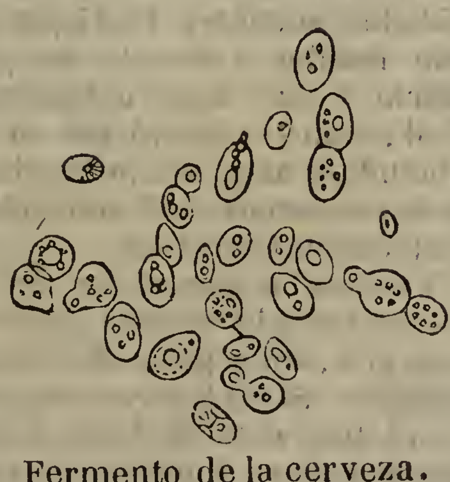
El *aguamiel*, que servia de vino á los antiguos escandinavos, se prepara del modo siguiente: se disuelve de miel 1 parte en 2 ½ de agua hirviendo: se añaden á esta disolucion diferentes especies aromáticas, por ejemplo, clavillo de especia, flores de nuez móscada, etc. y alguna cantidad de malta; despues se la hace fermentar y se introduce un pedazo de pan tostado que se ha remojado antes en el fermento de la cerveza. El *meth* escandinavo no contenia sin embargo sustancia alguna de las aromáticas que acabamos de citar: se asegura que se preparaba haciendo fermentar una infusion de primavera *(primula veris)* mezclada con miel.

TEORIA DE LA FERMENTACION ALCOHOLICA.—En lo que viene dicho he reproducido casi del todo lo que habia escrito en la primera edicion de esta obra sobre los fermentos alcohólicos, y en esta me falta dar á conocer al lector los esperimentos que he comunicado recientemente á la Academia de ciencias sobre este importante asunto; indicaré tambien las aplicaciones á la economía rural que se deducen de estas investigaciones para cumplir los requisitos mas favorables para la fermentacion de los vinos y otros líquidos alcohólicos.

Apoyado sobre resultados de nuevos esperimentos discutiré acerca de la naturaleza de los fermentos alcohólicos, y procuraré reunir las razones mas plausibles que establezcan su existencia como seres organizados y vivos; pero antes debo describir las tres especies distintas de fermentos que he estudiado.

FERMENTO DE LA CERVEZA (*fermentum cerevisiæ*) ó *fermentacion viva*.—Ha sido perfectamente estudiado por Cagniard—Latour, Quevenne y Turpin: ya he reasumido sus investigaciones y no hablaré mas de ello. Debo contentarme con dar una figura que trace su aspecto (fig. 56).

Fig. 56.



Fermento de la cerveza.

Los autores que en Francia han escrito acerca de la fermentacion alcohólica admiten la unidad de los fermentos que proceden ya de la levadura de la cerveza, ya de la fermentacion de la uva: en Alemania y especialmente en Baviera se distinguen dos especies de fermentos de la cerveza, el ordinario y el de depósito. Liebig y Mitselerlich insisten sobre esta distincion, que en la práctica es muy importante, porque permite obtener al gusto del fabricante cervezas lijeras de conservacion pasajera, ó fuertes y de larga conservacion. La cerveza fuerte de Baviera no se fabri-

ca en Francia, por lo que no es estraño que no se haya insistido hasta ahora sobre la diferencia de estos fermentos alcohólicos y de las circunstancias accesorias indispensables para producir esta especie particular de bebidas. Los dos fermentos que voy á describir se parecen mucho al de depósito de Baviera, y aun tal vez la primer especie de que voy á hablar sea idéntica á él.

FERMENTO DE LA HEZ (*fermentum fœcis*).—Veamos las condiciones en que he obtenido el fermento de la hez. En un pequeño tonel que contenia 20 kilógramos de vino blanco de Burdeos, rico en alcohol de 10,5 por 100, añadí dos kilógramos de azúcar y 1 de alcohol á 85°. El todo fue abandonado á una temperatura que variaba de 10° á 12° c. Despues de cuatro meses, el líquido estaba claro: toda el azúcar habia desaparecido y en el fondo del tonel encontré cerca de medio litro de una hez bien homogénea de color gris.

Obtuve 22 litros de vino que contenia 13, 80 por 100 de alcohol: toda el azúcar se convirtió pues en alcohol y ácido carbónico, sin pérdida alguna, porque la teoría indica 13,86 por 100 de alcohol, admitiendo que el azúcar da 50 por 100 de alcohol y teniendo en cuenta 0,850 de alcohol efectivo añadido.

Habiendo obtenido un fermento que obraba todavía sobre el azúcar en un líquido que tenia mas de 13 por 100 de alcohol, he creido seria interesante hacer un estudio detenido acerca de él. La primera cuestion que importaba resolver era esta: encontrar medio de obtener á voluntad este fermento enérgico.

Para lo cual en el mismo tonel añadí 15 litros de una fuerte decoccion de malta, medio de fermento recogido en la operacion antecedente y 4 kilógramos de azúcar; el todo se mezcló bien y se abandonó á una temperatura constante de 11° del centígrado. Como en el esperimento anterior, la marcha de la fermentacion fue tambien muy lenta en este; no se concluyó hasta despues de seis meses; en esta época todo el azúcar habia desaparecido, el líquido estaba muy claro y cargado de ácido carbónico. El fermento se habia depositado completamente; la cantidad de alcohol contenido en esta cerveza fue bien examinada con cuidado; encontré 15,17 por 100, cantidad considerable que escede mucho á cuanto se puede obtener con el fermento ordinario y que llega al límite de nuestros vinos mas ricos en alcohol, como se podrá ver en el estado que presentaré despues. Habiéndose aumentado mucho la cantidad de fermento obtenido, me fue entonces fácil multiplicarla á voluntad por medio de fermentaciones sucesivas.

Veámos los caracteres del fermento de la hez.

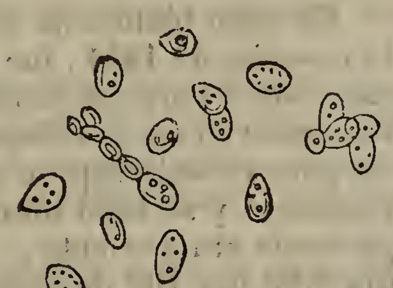
Considerado todo él junto se presenta bajo la forma de una masa gris, muy parecida por el color y untuosidad al fermento ordinario. Si no tuviésemos para caracterizarle mas que la propiedad muy notable de no determinar sino una fermentacion lenta, y existir en líquidos fuertemente cargados de alcohol, el microscopio nos permitiria distinguir claramente este fermento de la levadura ordinaria de la cerveza. En efecto, se presenta en

forma de glóbulos redondos ó lijeramente ovoídeos: los redondos tienen cerca de 1|220 de diámetro, y 1|114 de longitud y 1|288 de ancho los ovoídeos.

Cuando se le mira comparativamente con el fermento ordinario de cerveza, es imposible confundirlos. El de la hez siempre está compuesto de glóbulos mucho menos voluminosos; los mas gruesos no igualan á los mas pequeños del otro. Este carácter no es accidental, sino que estos glóbulos se regeneran en las fermentaciones lentas con una constancia de propiedades idénticas tan grandes como en las de la cerveza ordinaria.

La regularidad de los glóbulos que componen el fermento de la hez es tambien mucho mayor que la del de la cerveza; parecen mas perfectamente organizados y resisten mas á las causas de destruccion. El mayor número de los glóbulos del fermento de la hez son aislados; algunos sin embargo tienen pegados otros mas pequeños que parecen nacer de los gruesos; pero este caso es mucho mas raro que en el fermento de la cerveza. En la figura 57 se han representado muchos granos ovoídeos y una serie de granos pegados; suelen ser mas regularmente esféricos. Los glóbulos del fermento de la hez estan compuestos de un contenido granujiento encerrado en una cubierta bastante resistente como Mitslerlich lo ha notado. El fermento de la hez en forma de pasta seca, retiene aun 72 por 100 de agua que se la puede separar por una desecacion arreglada. Este fermento es insoluble en agua pura; lo es tambien completamente insoluble en agua que contenga 1|1000 de ácido clorhídrico, cuyo ácido concentrado le disuelve tomando un hermoso color azul violeta, carácter importante de las sustancias protéicas.

Fig. 57.



Fermento de la hez.

Si se digiere el fermento de la hez con éter hirviendo, este menstruo le quita cerca de 0,05 á 0,07 de materias crasas (se supone estando el fermento seco). Esta grasa es medio liquida, de color amarillento, enrojece el papel de tornasol. Esprimida entre dos hojas de papel de filtro, deja una parte sólida que se funde á 36° y que por la saponificacion ha dado ácido margárico. La parte oleosa que estaba embebida en el papel fue tratada de nuevo por el éter: es un aceite amarillo, liquido á 0, que tiene una reaccion ácida; destruido por el ácido nítrico, suministra el fosfórico.

El alcohol quita al fermento de la hez materias estractivas de un color amarillento, que contienen ácidos fosfórico y láctico, como Quevenne lo ha visto en el fermento de la cerveza.

Los ácidos sulfúrico, fosfórico y nítrico en solucion concentrada desorganizan los glóbulos del fermento de la hez.

Las soluciones concentradas de los álcalis fijos (potasa y sosa) obran poco en frio sobre él; pero las descompone la ebullicion: la accion del amoníaco, aunque concentrado, es mucho mas débil.

Destruido por la calcinacion el fermento seco de la hez, da 3 por 100 de cenizas compuestas de fosfato de cal y magnesia, y de carbonato de cal.

En resúmen, el fermento de la hez posee casi todas las propiedades del de la cerveza y solo se diferencia: 1.º por las dimensiones de los glóbulos; 2.º porque determina una fermentacion lenta; y 3.º porque vive y funciona en líquidos que contienen 15 por 100 de alcohol.

Fermento negro.—(*Fermentum nigrum.*)—Voy á describir un fermento notable por sus caracteres físicos, condiciones de su formacion y poder de los productos alcohólicos que suministra: es un fermento de hez, pero se distingue claramente á la simple vista del depósito de los cerveceros bávaros; resulta tambien del vino blanco, y no le he observado sino en el de una sola localidad, y durante dos años solamente, aunque tengo la conviccion que se encontrará este fermento en muchos de nuestros vinos blancos flojos.

Un vino blanco de Nancherre, cerca de Vezelay (Yona), de la cosecha de 1841, fue trasegado en el mes de marzo, despues espedido á París en barriles nuevos: á su llegada estaba claro y se conservó así por espacio de dos meses, se puso en botellas despues de este reposo sin haber sido aclarado por la cola de pescado; y se tapó inmediatamente con mucho cuidado: su trasparencia era perfecta, su sabor legítimo y agradable; contenia 9,99 por 100 de alcohol.

Grande fue mi admiracion cuando despues de dos dias destapé una botella y en vez de encontrar un vino claro y agradable, no ví mas que un líquido turbio, de color gris negruzco, y de sabor tan desagradable como el color: con un microscopio muy fino no advertí en este vino glóbulo alguno perceptible.

Un esperimento anterior me habia demostrado que los vinos enfermos que no se han vuelto agrios, y que contienen una buena proporcion de alcohol, pueden con el tiempo restablecerse completamente, cuando estan metidos en botellas perfectamente tapadas y conservadas en una bodega muy fresca. Dejé este vino con estas circunstancias: despues de sesenta dias, el depósito era incompleto, el líquido estaba aun turbio, y pasados cuatro meses su trasparencia era perfecta: estaba mas cargado de ácido carbónico que cuando se embotelló.

Su riqueza en alcohol era de 10,25. Habia pues tenido en las botellas una fermentacion lenta, se habia formado un depósito poco abundante, pero limitado en la parte mas declive de ellas; era notable por su color gris negruzco. Con el microscopio me pareció formado por la reunion de glóbulos bien perceptibles y muy semejantes con los del fermento de la cerveza, aunque se diferenciaban por dos circulos negros bien marcados, y tambien por su dimension: su diámetro era cosa de 1|250 mm, al paso que el de los glóbulos de cerveza solo de 1|120 mm.

La cubierta esterna es menos resistente que la de los fermentos de cerveza ó de hez.

Puse los glóbulos en agua de azúcar; á la temperatura de 20°, no produjeron la fermentacion alcohólica, pero se desorganizaron y causaron la viscosa, es decir, la trasformacion del azúcar en una masa gomosa y en ácido láctico.

Segun esto se podria creer que este fermento negro no es alcohólico, sino mucoso. Veremos despues que esta suposicion no puede ser admitida, porque colocándole en condiciones convenientes determina la trasformacion de azúcar en alcohol y ácido carbónico. Si, añadido al agua de azúcar á 20° c., ha determinado la fermentacion mucosa, es que ha sido destruido (como el esperimento microscópico lo demuestra); y es una sustancia procedente de esta destruccion la que ha causado la trasformacion del azúcar en materia gomosa y en ácido láctico; la cubierta de este fermento es tan poco resistente, que no solo cede á los esfuerzos mecánicos, sino que con el tiempo es atacada por el agua pura, y con mucha prontitud por la acidulada con $\frac{1}{1000}$ de ácido clorhídrico. Este mismo fermento colocado en circunstancias convenientes puede organizarse con mayor violencia, y no solo resistir á la accion desorganizadora del agua azucarada, sino tambien obrar sobre el azúcar como un fermento alcohólico muy enérgico. Veamos el esperimento que lo prueba.

Cuarenta litros del mismo vino de Nancherre de la cosecha de 1842 fueron clarificados por medio de una disolucion de 20 gramos de gelatina en un litro de agua. El todo fue abandonado al reposo por espacio de tres meses: el vino era de una trasparencia perfecta (que no perdió como en la observacion antecedente) y se habia depositado cerca de un litro de hez gris negruzca, casi únicamente compuesta de fermento negro, como lo demostró el exámen microscópico. Veinte litros de este vino se mezclaron con el litro de hez y con seis libras de azúcar: el tonel que contenia esta mezcla se mantuvo en una temperatura que no pasaba de 11° del centigrado: se estableció poco á poco una fermentacion lenta que no se terminó hasta despues de cinco meses, y todavía la totalidad del azúcar no estaba descompuesta; pero el líquido contenia una riqueza alcohólica superior á la de nuestros vinos mas generosos, porque contenia 16,44 por 100 de alcohol, y entre las numerosas muestras de vinos que he analizado, no he encontrado jamás una proporcion de alcohol tan elevada; el mas rico (Bagnols) contenia 15,16 por 100 de alcohol.

El fermento negro que habia determinado una tan poderosa fermentacion alcohólica está fuertemente organizado, ni es destruido por la presion, ni por el agua acidulada con ácido hidroclórico: visto en masa se presenta en forma de papilla de color gris negruzco del todo notable.

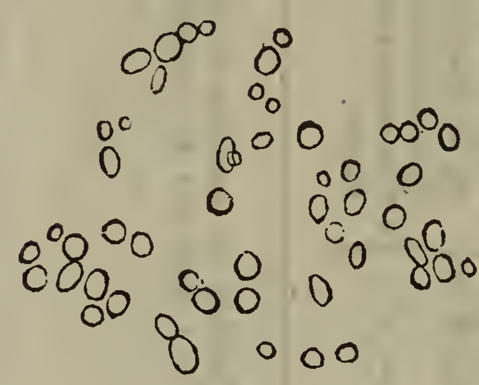
FERMENTO DE LA CERVEZA (*fermentum cerevisiæ* *), fig. 56.	FERMENTO DE LA HEZ (*fermentum fæcis*), fig. 57.	FERMENTO NEGRO (*fermentum nigrum*), fig. 58.
1.° Glóbulos perfectamente redondos algunas veces, pero por lo comun ovoideos. Estos glóbulos no son aplastados como los de la sangre, sino de una figura bastante regularmente esferoidal, como los albuminosos del cerebro. Su diámetro ha variado en sus observaciones desde 1[91 á 1[150 de milímetro.	1.° Glóbulos perfectamente redondos las mas veces, aunque algunos son ovoideos; no son aplastados como los de la sangre, pero tienen una forma bastante regularmente esferoidal, y se parecen mucho á los albuminosos del cerebro. Su diámetro varía de 1[114 á 1[228.	1.° Glóbulos perfectamente redondos; no son aplastados como los de la sangre. Sus dimensiones varian de 1[228 á 1[250 de milímetro.
2.° El mayor número de los glóbulos del fermento de cerveza estan bien aislados unos de otros; sin embargo, algunos llevan al lado uno mas pequeño que no está en simple justaposicion, sino que parece proceder del grande y estar todavía bajo su dependencia: algunos de los pequeños se hallan unidos á los grandes por una pequeña prolongacion manifiesta.	2.° Casi todos los glóbulos del fermento de la hez estan aislados: algunos sin embargo llevan al lado uno mas pequeño, que no está en simple justaposicion, sino que parece proceder de los grandes y estar bajo su dependencia.	2.° Todos los glóbulos del fermento negro estan aislados; cuando tienen una forma prolongada ó llevan al lado otros pequeños anejos, se trasforman y no obran ya como fermentos alcohólicos.
3.° Color de la masa uniformemente gris blanquecino: cada glóbulo encierra un contenido granujiento.	3.° Color de la masa uniformemente gris blanquecino: cada glóbulo encierra un contenido lobuloso.	3.° Examinado con el microscopio el glóbulo presenta un círculo negro bien marcado. El color de la masa es uniformemente gris negruzco. No se distingue en cada glóbulo contenido granujiento.
4.° Insoluble en agua pura, y en la que contenga 1[1000 de ácido clorhídrico, soluble en el mismo ácido concentrado, que tóma un hermoso color violeta: en gran parte soluble en agua que contenga 0,001 de ácido clorhídrico, despues de haber sido pulverizado por largo tiempo con algunos granos de silice.	4.° Los mismos caracteres que el fermento de la cerveza ordinario.	4.° Caracteres parecidos al fermento de la cerveza y de la hez.

5.º El éter le quita cerca de 0,05 de un cuerpo craso líquido que contiene oleina, estearina y un aceite que encierra fósforo además de sus elementos.	5.º *Idem.*	5.º El éter le quita 0,003 de una materia crasa líquida, que contiene oleina y estearina, y un aceite que tiene fósforo entre sus elementos.
6.º El alcohol le quita los ácidos láctico y fosfórico y las materias estractivas.	6.º *Idem.*	6.º Caracteres como los anteriores.
7.º *Composicion.* — Sustancias albuminosas, pero que contienen mas oxígeno, tambien azufre y fósforo.	7.º *Idem.*	7.º *Idem.*
8.º *Propiedades esenciales.*—Colocado en el agua de azúcar á una temperatura que varía entre 10 y 50º determina una fermentacion viva, terminada en el espacio de algunos dias, sin funcionar en líquidos muy cargados de alcohol. Se destruye en el acto de la fermentacion viva.	8.º Colocado en agua de azúcar á una temperatura de 10 ó 12º del centígrado, determina una fermentacion lenta, que no se concluye hasta despues de tres ó cuatro meses, vive y funciona en líquidos que contienen 16 por 100 de alcohol. No se destruye sensiblemente en el acto de la fermentacion lenta.	8.º Colocado en el agua azucarada á una temperatura de 10 á 12º del centígrado determina una fermentacion lenta, que no se termina hasta despues de seis meses, vive y funciona en líquidos que contienen mas de 17 por 100 de alcohol. No se destruye sensiblemente en el acto de la fermentacion lenta.
9.º Recogido en la cerveza ordinaria.	9.º Recogido en una cerveza muy fuerte.	9.º Recogido en un depósito de vino blanco.

* He adoptado como nombre genérico la antigua palabra *fermentum:* no he admitido los nombres de *mycoderma* ó *torula* propuestos por *Demziere* y *Turpin*, porque se aplican á un estado de fermento bajo el cual este ser organizado modificado no tiene accion sobre el agua de azúcar.

Examinado con el microscopio ofrece caracteres no menos sobresalientes: está compuesto de glóbulos perfectamente regulares, muy bien caracterizados por el círculo negro que los divide y por la uniformidad de sus dimensiones: su diámetro es de $\frac{1}{250}$ mm, como se puede ver en la figura 58, que es el mas pequeño de los fermentos alcohólicos; es tambien el mas enérgico, si se atiende solamente á la riqueza de los líquidos alcohólicos que puede producir; pero el menor de todos, si no se considera mas que la rapidez de la accion: porque mientras que una fermentacion alcohólica determinada por el fermento de la cerveza puede concluirse en algunos dias, son necesarios cuando menos cuatro meses al fermento negro para operar su accion.

Fig. 58.



Fermento negro.

El fermento negro posee por otra parte las propiedades esenciales y la composicion de los alcohólicos, como se puede ver por la tabla anterior, reuniendo los caracteres y propiedades de estos seres organizados.

Naturaleza de los fermentos alcoholicos.—El punto que domina la cuestion de los fermentos alcohólicos es si estos son seres organizados y vivos. Procuraremos resolver este problema.

Composicion inmediata de los fermentos alcohólicos.—La composicion inmediata de estos fermentos es constante, cualquiera que sea su orígen: esta constancia y la multiplicidad de los principios que entran en su constitucion pueden ya dejar conocer que los trataremos como sères organizados. Veamos la lista de las sustancias que se encuentran en los fermentos.

1.° Materia animal protéica, insoluble en el alcohol, que contiene ázoe, hidrógeno, carbono, oxígeno, azufre y fósforo. 2.° Materia azoada soluble en el alcohol. 3.° Grasa sólida. 4.° Grasa líquida fosforada. 5.° Acido láctico, lactato de cal y sosa. 6.° Fosfato ácido de cal y de sosa.

Composicion elemental.—¿La sustancia animal protéica que forma la parte esencial de los fermentos debe ser considerada como una simple modificacion de la albúmina, del cáseo ó de la fibrina? Compararemos estas sustancias bajo dos puntos de vista diversos, pero muy importantes: 1.° la composicion elemental, y 2.° la accion del agua acidulada con ácido clorhídrico.

1.° He aquí la composicion del fermento purificado de todo producto soluble en el agua, alcohol y éter: carbono 51,12, hidrógeno 7,06, ázoe 15,22, oxígeno, fósforo y azufre 26,62.

Por el análisis elemental, las materias protéicas del fermento

difieren pues del cáseo, albúmina y fibrina por un esceso de oxígeno que no es menos de 2 por 100.

2.° Si se trata por agua que contenga $\frac{1}{1000}$ de ácido clorhídrico, el cáseo, albúmina, fibrina ó glúten, se obtiene al cabo de 24 horas una disolucion por decirlo así completa, como lo he anunciado anteriormente: el fermento húmedo colocado en las mismas condiciones, no es en ninguna manera atacado, pues resiste completamente á la accion disolvente del agua acidulada: los glóbulos del fermento se presentan intactos despues de las 24 horas.

Si se tiene cuidado de romper las cutículas ó el epidermis de los glóbulos del fermento, porfirizándole con fragmentos de sílice, antes de tratarlos por el agua acidulada con $\frac{1}{1000}$ de ácido clorhídrico: si al cabo de 24 horas se filtra el líquido, podemos asegurarnos por medio del ácido nítrico, del tanino ó prusiato de potasa, que se encuentra una disolucion que tiene las mismas propiedades, que las suministradas en las propias circunstancias por la albúmina, cáseo, glúten ó fibrina.

¿Estos dos esperimentos, 1.° la nulidad de accion del agua acidulada sobre los glóbulos intactos, y 2.° la accion de esta misma agua sobre los glóbulos porfirizados, no conducen á las conclusiones siguientes?

Las materias protéicas de los glóbulos de los fermentos difieren del cáseo, fibrina, glúten y albúmina; estan constituidas por dos sustancias diferentes, una interior soluble en el agua acidulada, y la otra esterior insoluble en este disolvente. Esta cutícula ó sustancia esterior se parece á la epidermis de los animales por su insolubilidad en el agua acidulada débilmente: si esta analogía adquiriese mayor fuerza con nuevas pruebas, se comprenderia entonces con facilidad por qué el glúten no se convierte primitivamente en fermento sino por una absorcion de oxígeno necesaria para producir esta epidermis, materia protéica mas oxidada que el glúten, y que goza de la propiedad tan importante de resistir á la accion del agua débilmente acidulada, condicion necesaria para la existencia de los glóbulos del fermento.

Todo en las reacciones químicas concurre á hacernos mirar los fermentos como formados esencialmente por glóbulos organizados. Si quedase duda todavía á algunos sobre este punto fundamental de la historia de los fermentos, tres órdenes de pruebas podia aun aducir: 1.° el exámen microscópico; 2.° la accion de los venenos, y 3.° la destruccion mecánica de los glóbulos del fermento.

1.° El exámen microscópico nos demuestra claramente que no es una materia amorfa, incesantemente modificada por una descomposicion espontánea, sino que tiene siempre glóbulos se-

mejantes á sí mismos en las mismas especies, se presentan con una similitud de caracteres físicos tan grande como en los seres organizados mejor definidos, segun se puede ver en la figura 56. Todos cuantos son prácticos en las investigaciones microscópicas no pondrán jamás en duda la existencia de los fermentos, como compuestos de glóbulos organizados y vivos. La sola objecion que se puede suscitar es la de que los glóbulos del fermento se desarrollan en todos los líquidos en fermentacion y la acompañan, pero no son la causa determinante de la trasformacion del azúcar en alcohol y ácido carbónico. A esto se puede responder perentoriamente lo que sigue.

1.° El desarrollo de los glóbulos precede á toda fermentacion: no hay trasformacion de azúcar en alcohol sin la presencia de estos glóbulos; la descomposicion no se efectua sino al solo contacto de ellos.

2.° La accion de casi todas las sustancias que obran como venenos sobre los seres inferiores interrumpen la fermentacion alcohólica: citaré en primera línea el ácido cianhídrico en un grado de dilucion estrema: este es uno de los argumentos mas decisivos en favor de la vitalidad de los glóbulos del fermento.

3.° Si en lugar de añadir al agua de azúcar glóbulos de fermento enteros, se les pulveriza de antemano con arena fina, no determinan inmediatamente la conversion del azúcar en alcohol y ácido carbónico, sino que obran despues de treinta y seis horas.

Así, en suma, el exámen microscópico, la accion de los venenos y la destruccion mecánica de los glóbulos del fermento harán, segun espero, adoptar la opinion de que la fermentacion alcohólica está determinada por seres organizados y vivos.

Sobre el puesto que deben ocupar en la serie orgánica los glóbulos de los fermentos.—Estando admitida la naturaleza organizada de los glóbulos de los fermentos, nos queda por discutir el puesto que deben ocupar en la serie, y hablar de su desarrollo.

Reconozcamos desde luego que son seres muy singulares, y que presentan en su existencia particularidades que no se encuentran en parte alguna de ninguna clase de los seres: en efecto, esta aptitud especial que poseen de descomponer tan enérgicamente el azúcar es ya bien notable; pero lo que es mas todavía, es la facultad de vivir en líquidos que contienen proporciones de alcohol tan elevadas y sobresaturadas de ácido carbónico. Ninguna planta, ningun animal otro que los fermentos alcohólicos podrian existir en semejante medio.

¿Deben pertenecer los glóbulos del fermento al reino animal, ó considerarlos como de mas analogía con los vegetales? Veremos que la solucion precisa de esta cuestion está rodeada de muchas dificultades.

Nada prueba que los glóbulos del fermento poseen la movilidad y sensibilidad; se ha convenido generalmente en mirar estas dos propiedades como consecuencia de la animalidad; pero por otra parte, si se considera que los glóbulos del fermento tienen una

composicion elemental que los aproxima singularmente á la constitucion de los animales; si se observa que el carácter esencial de su existencia es dividir el azúcar en dos materias mas sencillas, produciendo calor, ¿no se echan de ver en esto los caracteres importantes de los animales?

Si se añade á esto que muchos glóbulos animales pueden desempeñar el papel de fermentos, se tendrán buenas razones para clasificar los fermentos en el reino animal.

Veamos los esperimentos en que se funda esta asercion de que los glóbulos animales pueden hacer el papel de fermentos.

Tomé 25 gramos del cerebro de un hombre adulto, lo dilaté en un litro de agua y añadí 250 gramos de azúcar. Despues de 48 horas, estando á la temperatura de 25° cent., la fermentacion alcohólica comenzó y continuó marchando regularmente (1).

A primera vista estaria uno inclinado á no apercibir en esto sino un hecho análogo á los señalados por Colin (*Anales de química y física*, 28 y 30). Este químico ha probado en efecto que la albúmina del huevo y otras muchas materias orgánicas podian llegar á ser fermentos alcohólicos; pero veamos la diferencia entre los resultados de Colin y el que yo anuncio. La albúmina puesta en presencia del agua de azúcar á la temperatura de 33°, no llega sino despues de tres semanas á convertirse en un verdadero fermento, cuya accion es muy débil, al paso que la masa cerebral de un adulto obra á las 48 horas como fermento alcohólico enérgico.

---

(1) La fermentacion es mas pronta y enérgica acidulando lijeramente, ya con el ácido tartárico, ya con el láctico, la solucion de agua de azúcar.

Es sabido que se desarrolla un ácido en todos los casos en que el fermento se pone en contacto con el agua de azúcar. Se podria pensar que este ácido obra modificando el estado molecular del azúcar de caña. Soubeiran ha demostrado que durante el acto de la fermentacion, el azúcar de caña se convertia poco á poco en una azúcar que ejercia la rotacion hácia la izquierda; los ácidos, como sabemos, obran del mismo modo sobre el azúcar, pero es probable que en la fermentacion de la de caña los glóbulos del fermento intervienen tambien para hacerla sufrir esta modificacion particular; porque una disolucion de agua de azúcar que contenga $\frac{1}{50}$ de ácido láctico examinada en un tubo de 200 que tenia un poder hácia la derecha de $+81°$ despues de tres meses de contacto, no ejercia aun la rotacion á la izquierda pero su poder no era mas que de $+12°$. Durante las seis primeras semanas, la modificacion fue muy lenta: pasado este tiempo tomó una marcha progresiva. Además, como una fermentacion se acaba en el espacio de algunos dias, y los líquidos contienen menos ácido láctico que en el caso citado, se puede presumir que los glóbulos concurren á modificar el estado molecular del azúcar de caña, y á cambiar el sentido de su poder molecular rotatorio.

La sustancia que compone el cerebro está formada por la reunion de glóbulos de diferentes especies: entre ellos los mas importantes son los albuminosos que presentan el aspecto microscópico del fermento de la hez, y que obran como él sobre el agua de azúcar.

Estos glóbulos no son constituidos por la albúmina pura, como se ha creido hasta aquí. Si se dilata la masa cerebral de un adulto en agua acidulada con $\frac{1}{1000}$ de ácido clorhídrico, esta pretendida albúmina no se disuelve; es preciso para obtener la disolucion pulverizarla de antemano con la sílice. Estos esperimentos nos demuestran que los glóbulos albuminosos del cerebro estan formados como los del fermento de una cubierta insoluble en el agua acidulada, y de una materia albuminosa interior soluble en este vehículo.

Si en vez de tomar masa cerebral de un animal adulto, se eligiese la de uno que acaba de nacer, y se la dilatase en el agua de azúcar, esponiendo la mezcla á una temperatura de 25^0, no se produciria la fermentacion alcohólica; es la trasformacion mucosa la que se observa. La razon de esta diferencia es muy sencilla: las cubiertas de los glóbulos del cerebro de un animal jóven no son resistentes, pues se destruyen por la endosmosis en el agua de azúcar, y no existiendo ya los glóbulos, la fermentacion alcohólica no puede tener lugar.

Las observaciones que he espuesto en mi Memoria demuestran que los glóbulos protéicos del cerebro presentan la mas completa analogía, bajo el aspecto microscópico, la composicion orgánica y la accion sobre el agua de azúcar con los glóbulos del fermento de la hez que he descrito anteriormente; añadamos para completar esta analogía que los glóbulos del fermento, como los de la hez, van acompañados de una grasa fosfórica.

Todo lo que antecede concurre á demostrarnos que si bien no se pueden considerar los fermentos como animales, se debe mirar como que presentan la mayor semejanza con los glóbulos nerviosos, que son una de las partes organizadas mas importantes de los animales.

Examinemos al presente las razones que deben hacer corresponder los fermentos á las setas, ó mas bien á las algas.

Turpin ha seguido con mucho cuidado el movimiento y desarrollo del fermento de cerveza, que acababa por producir el *penicilium glaucum*; pero jamás el mismo ha probado que este podia reproducir el fermento. Andral y Gavarret han visto al contrario (*Anales de química y física*, agosto de 1843) que el mismo vegetal colocado en una disolucion de azúcar no determinaba movimiento alguno de fermentacion, y de este hecho deducen «que el fermento de cerveza contiene dos especies de gérmenes: unos son el agente de la fermentacion alcohólica, y quedan siempre en estado de simples vejiguillas mas ó menos grandes, y los otros no hacen papel alguno importante en este fenómeno, y son los pri-

meros rudimentos de un vegetal que se desarrolla en todos los líquidos albuminosos acidificados.»

Segun esto se puede no admitir la realidad de una union entre estos dos estados de un mismo ser; las pruebas dadas por Turpin (*Estracto de las sesiones de la Academia de ciencias*, 20 de agosto de 1838, y *Repertorio de química*, agosto de 1838) no parecen decisivas á todos los observadores en apoyo de sus ideas: mas veamos un nuevo hecho que me parece dar gran fuerza á la hipótesis de la trasformacion de los fermentos. El fermento negro que se habia depositado en las botellas bien tapadas de vino de Nancherre que contenia aun azúcar despues de haberse estinguido su accion, se modificó poco á poco; los glóbulos se alargaron y suministraron prolongaciones del todo análogas á los que constituyen la primera época de la trasformacion del *penicilium glaucum*: los glóbulos trasformados de este modo no poseian ya la propiedad de escitar la fermentacion alcohólica, y sin embargo sus dimensiones, su color, demostraban estar evidentemente unidos á la existencia del fermento negro. Además no parece muy probable admitir, que puesto que las vesículas de este fermento pueden trasformarse en una especie inmediata al *penicilium glaucum*, no teniendo ya poder de escitar la fermentacion, tambien el fermento de cerveza puede convertirse en *penicilium glaucum* impropio igualmente para escitar la fermentacion; y ¿no se debe entonces distinguir, como lo hace Quevenne (*Diario de farmacia*, octubre de 1842) dos períodos en la vida de los fermentos alcohólicos? Pero insistamos sobre este punto, porque rebaja la cuestion. Desde que el fermento alcohólico afecta la forma de un vegetal, su vida como fermento ha cesado; los vegetales microscópicos que se derivan de los fermentos son no solo impropios para desarrollar la fermentacion alcohólica, sino que ellos mismos no son ya fermentos. Así para reasumir la discusion sobre este punto difícil de la historia de los fermentos, diremos que los glóbulos de los fermentos alcohólicos presentan la mas completa analogía con los glóbulos nerviosos de los animales superiores; cuando estos glóbulos se ramifican y se trasforman en vegetales infusorios, en condiciones definidas, pierden sus caracteres de fermentos.

Del desarrollo y multiplicacion de los glóbulos del fermento.— Esponiendo á una temperatura de 20° el mosto de uva perfectamente claro, ó cualquier otro líquido tambien claro que contenga los principios necesarios al desarrollo de la fermentacion, si no se sustraen estos líquidos de la accion del oxígeno, se enturbian al cabo de algunas horas, y con frecuencia antes de principiar fermentacion alguna: si se les examina con el microscopio se ven aparecer los glóbulos del fermento, pálidos al principio, pero que aumentan con rapidez en número y coloracion: la descomposicion del azúcar se efectua con una energía proporcional al número de los glóbulos.

¿Es preciso admitir que los gérmenes de estos glóbulos existian en el mosto de la uva, ó en los líquidos fermentescibles perfectamente claros?

Es necesario convenir entonces que si estos gérmenes preexisten no se pueden descubrir ni ann con auxilio de los mas poderosos instrumentos.

Si queremos atenernos á los hechos visibles, admitiremos que el oxígeno, reaccionando sobre las sustancias protéicas contenidas en los líquidos fermentescibles claros, determina la formacion de los glóbulos del fermento por la organizacion de estas sustancias: la accion de este oxígeno es fácil de comprender, segun los hechos conocidos: forma con las sustancias protéicas una combinacion insoluble, y esta es, como vamos á ver bien pronto, una condicion indispensable para obtener la formacion de los glóbulos. En segundo lugar, el análisis elemental de las materias protéicas ha demostrado igualmente que las sustancias epidérmicas que gozan de la propiedad tan preciosa de no ser atacadas por los líquidos débilmente acidulados, son mas oxigenadas que las materias solubles. La intervencion del oxígeno se encuentra pues muy naturalmente esplicada.

Pero veamos una dificultad que presenta este modo de ver y que reclama nuevas investigaciones. Gay-Lussac, á quien se debe esta observacion fundamental de la necesidad de intervenir el gas oxigeno sobre el mosto de uva, ha visto que una sola burbuja de gas bastaba para determinar la fermentacion, y que tomaba su desarrollo normal sin una nueva intervencion de oxígeno. Así que esta débil proporcion de oxígeno es con evidencia insuficiente para modificar todas las sustancias protéicas del mosto de la uva y trasformarlas en fermento, por lo que es de creer que el resto del oxígeno es suministrado de otra manera no esplicada hasta aquí, y que habiendo comenzado la accion por la directa del oxígeno continúa por una intervencion indirecta.

Hace poco he dicho que una de las primeras condiciones del desarrollo de los glóbulos del fermento era la formacion anticipada de una materia orgánica insoluble: describiré un esperimento que prueba la realidad de esta esplicacion y que muestra tambien cuán poco fundado es admitir la preexistencia de los gérmenes del fermento en los líquidos fermentescibles.

Disolví dos libras de azúcar y cuatro claras de huevo en cuatro litros que contenian $\frac{1}{1000}$ de ácido clorhídrico. Los líquidos se filtraron con el mayor cuidado, y se repartieron en dos frascos iguales esmerilados: en el primero no añadi nada, y despues de dos meses, variando la temperatura de 15 á 20°, no se habia declarado la fermentacion alcohólica; en el segundo añadí una disolucion igualmente bien trasparente de 10 gramos de tanino en 100 de agua: se formó inmediatamente un precipitado abundante, el cual despues de 48 horas de esposicion á una temperatura de 25°, se encontró trasformado en parte en glóbulos de 1|400 de milímetro, conduciéndose con el agua de azúcar como el fermento de la hez.

En este esperimento es el tanino el que precipitando la albú-

mina, ha determinado bajo la influencia del agua de azúcar y de una temperatura de 25°, su trasformacion tan rápida en glóbulos de fermento.

Vamos actualmente á tocar una cuestion cuya solucion parece sencilla á primera vista, pero que no es menos difícil de resolver con claridad. ¿Los glóbulos del fermento se pueden reproducir? Cuando se examina, como ha hecho Turpin, lo que pasa en la tina del cervecero, donde se añade 1 de fermento y se recogen 7, parece que no se puede responder de otro modo que por la afirmativa: cuando por otra parte se advierten esos botones adicionales que se desarrollan sobre el costado de muchos glóbulos, admitiendo la existencia de globulitos interiores, parece difícil negarse á creer la multiplicacion del fermento por medio de los esporos ó globulitos que nacen de los glóbulos.

Veamos al presente lo que se puede oponer á estas presunciones. Si principiamos por las últimas diremos que estos globulitos interiores, que en engrosando pasan al estado de glóbulos, deberíamos en una fermentacion en actividad apercibirlos con las mas variadas dimensiones, desde la mas pequeña hasta el glóbulo perfecto. Pues bien, jamás he visto estos globulitos de gruesos variables, ni observador alguno los ha señalado; todos los glóbulos son uniformes, con corta escepcion.

En cuanto á estos glóbulos adheridos, es simplemente la primera época de la trasformacion del glóbulo del fermento en vegetal infusorio; no es ya entonces un fermento, habiendo perdido toda la propiedad de determinar la conversion del azúcar.

Todos los químicos saben, desde los esperimentos de Thenard, que haciendo fermentar el agua de azúcar por medio de una cantidad suficiente de glóbulos de fermento, cuando se ha acabado una primera fermentacion, el peso de los glóbulos disminuye notablemente; despues de una segunda fermentacion desaparecen casi del todo y son reemplazados por una sal amoniacal que se encuentra en el líquido, y por restos de vegetales microscópicos, donde el mismo químico ha reconocido la existencia del leñoso: mas esta observacion no se puede invocar para establecer la no reproduccion de los glóbulos del fermento. Puede decirse que estos tienen necesidad de dos especies de alimento: el azúcar para producir calor por su descomposicion, y la materia azoada para suministrar los elementos convenientes á su asimilacion y reproduccion.

Veamos lo que el esperimento responde con referencia á esta última suposicion: tomé 2 libras de azúcar, 8 de agua, 50 gramos de fermento y 200 de albúmina de huevo, que se disolvió en agua con auxilio de $\frac{1}{1000}$ de ácido clorhídrico, manteniendo la temperatura á 20°.

La fermentacion se estableció prontamente y continuó con regularidad por espacio de cuatro horas: habiendo cesado entonces recogí el fermento, y no le encontré sino del peso de 50 gr., 5.

Esto dista mucho de la multiplicacion de la tina del cervecero. Los glóbulos del fermento no han podido de ningun modo asimilarse la materia albuminosa mas que el azúcar.

Pero se me dirá sin duda: la albúmina del huevo aun acidulada puede diferenciarse del glúten de los cereales, y no es estraño que no pueda servir para la nutricion y multiplicacion de los glóbulos del fermento.

He repetido el esperimento anterior reemplazando los 200 gramos de albúmina por 100 de glúten fresco disuelto tambien á favor del agua acidulada con 0,001 de ácido clorhídrico; empleé además 50 gramos de fermento. La fermentacion continuó regularmente durante cuatro dias: el fermento recogido entonces no pesaba mas que 49 gr., 2. Se ve pues que los glóbulos del fermento no se asimilan mas el agua de azúcar que la disolucion de albúmina, y la de glúten. De estos esperimentos se deduce que si en la tina del cervecero se encuentran 7 de fermento, cuando no se ha puesto mas que uno, esto únicamente es porque este uno de fermento ha encontrado sustancias protéicas que colocadas en un medio que está en fermentacion, son á propósito para dar *espontáneamente* origen á glóbulos del fermento, lo mismo que en el mosto de la uva, sin haber añadido fermento, se encuentra sin embargo una cantidad considerable.

Confundimos aun hoy dia con el nombre de albúmina ó de cáseo sustancias muy diversas por su constitucion molecular. La historia de las fermentaciones, cuando esté mas adelantada, nos demostrará que muchas de las materias que miramos como muy inmediatas y frecuentemente como idénticas, se conducen de una manera muy distinta, cuando se colocan en condiciones favorables para organizarse y para constituir los fermentos diversos que me he propuesto estudiar. Las unas pueden fácilmente trasformarse en fermentos especiales, y las otras son del todo inpropias para esto.

De la fuerza que determina la fermentacion.—La descomposicion del azúcar en la fermentacion alcohólica es sin contradiccion un fenómeno de contacto, porque no se efectua fuera del de los glóbulos, siendo bajo este aspecto una accion análoga á la descomposicion del agua oxigenada por la influencia de la fibrina y de muchas otras sustancias, sea el platino dividido, la piedra pómez ú otros cuerpos porosos; pero lo que caracteriza la accion descomponente de los fermentos, es que está intimamente unida á la vida de los glóbulos: destrúyase esta vitalidad por el éter, esencias, ácido cianhídrico, una sal mercurial cualquiera, etc., y la fermentacion cesa inmediatamente.

Fenómenos análogos á los que se observan en la fermentacion alcohólica se efectuan durante el acto de la asimilacion en los animales vivos, y se les da el nombre de fuerza vital á la causa desconocida de su produccion.

Desde luego parece muy estraño que los glóbulos del fermento descompongan en algunos dias un peso de azúcar diez veces mayor que el suyo, y se inclina uno á creer que pueden

ser útiles para principiar la accion descomponente, pero que rompiéndose el equilibrio la descomposicion del azúcar continúa por sí misma en el mismo sentido que ha comenzado. Se puede objetar á esto lo siguiente: 1.º que la descomposicion no se propaga jamás fuera del contacto de los glóbulos: 2.º que no es una restitucion completa de los elementos del azúcar al estado inorgánico, sino una descomposicion intermedia, que solo va acompañada de un desarrollo moderado de calor, y no siendo la accion sino parcial, debe ser mas estendida; y 3.º lo que parece mas decisivo es que cuando la cantidad de fermento no es suficiente, la fermentacion decae y queda incompleta, lo cual es fácil de comprender admitiendo que esta descomposicion es un acto de vitalidad de los glóbulos, pero no lo es tanto en la hipótesis de la propagacion de la accion. Así creo que se debe considerar la fermentacion alcohólica bajo la dependencia absoluta y completa de la vitalidad de los glóbulos del fermento.

Aplicaciones.—Los esperimentos y observaciones que acabo de esponer han sido emprendidos con una mira puramente teórica. Mas la cuestion de las fermentaciones alcohólicas toca á tantos puntos que interesan á la economía rural y fabril, que creo útil aclarar las aplicaciones principales que emanan de mis investigaciones: insistiré especialmente en las condiciones de la fabricacion de los vinos, causas de sus enfermedades, medios de prevenirlas ó alejarlas, y en el arte de fabricar por medio de las fermentaciones líquidos muy ricos en alcohol, destinados ya á servir de bebidas, ya á ser destilados. Principiaré por este punto importante.

Sobre la fabricacion de liquidos ricos en alcohol.—En la generalidad de las fábricas de licores, importa convertir con rapidez la materia azucarada en alcohol, para que el trabajo pueda tener una constante actividad. En este caso no hay que vacilar: debe emplearse el fermento alcohólico mas enérgico, el de cerveza, y arreglar de tal modo la temperatura que se pueda obtener la conversion del azúcar en alcohol en el menor tiempo posible; pero es menester convenir que hay bastantes dificultades inherentes á este modo de proceder. La elevacion de temperatura favorece otras trasformaciones distintas de la del azúcar en alcohol, y cuando se produce este principio, se encuentra en condiciones favorables para convertirse en ácido acético.

Deben temerse sobre todo los efectos parciales de las trasformaciones láctica, butírica, carbónica, amílica, mucosa y otras, cuya existencia nos demostrarán las investigaciones mas profundas: es cierto que en las operaciones de fábrica no se obtiene casi nunca el resultado teórico, y que con frecuencia se aleja mucho de él.

El uso de los fermentos de la hez, cuya produccion he espuesto anteriormente, y que he podido multiplicar á beneplácito, permite entrever una relacion perfecta entre la teoria y la práctica de las fábricas. En la temperatura baja á que estos fermentos descomponen el azúcar, no hay que temer las otras tras-

formaciones; en muchos esperimentos he obtenido las cantidados de alcohol indicadas por la teoria, y no he encontrado productos estraños en los líquidos. Hay licores muy ricos en alcohol que pueden contener mas de 17 por 100, cantidad á que no se llega jamás en las fermentaciones rápidas: esta riqueza de licores fermentados hace las destilaciones mas fáciles.

Pero lo que impedirá al procedimiento de la fermentacion lenta el hacerse general en las fábricas de licores, es que la trasformacion necesita mucho tiempo para ser completa (de tres á cinco meses); lo que exigiria un juego de capitales mas considerables y un gran número de tinas; y despues para estar completamente asegurado contra toda produccion de ácido acético, era menester operar en bodegas muy frescas; sin embargo, estoy convencido que en algunas condiciones particulares, sobre todo cuando la fábrica de licores está unida á una esplotacion agrícola, el procedimiento de la fermentacion lenta ofrecerá grandes ventajas.

Este procedimiento aplicado con inteligencia empleando la glucosa y variando la naturaleza de las sustancias aromáticas, permitirá obtener licores fermentados tan ricos como nuestros vinos mas generosos, de una segura conservacion, que podrán muy felizmente reemplazar á las bebidas vápidas, que en un gran número de departamentos de Francia forma la sola bebida fortificante de los trabajadores.

Antes de terminar lo que tengo que decir acerca de las fermentaciones lentas, veamos las advertencias que emanan de mis observaciones, y que creo importantes de notarse.

1.ª En igualdad de circunstancias, la fermentacion alcohólica es tanto mas rápida, cuanto mayores son los glóbulos del fermento empleado.

2.ª La fermentacion se acabará á una temperatura tanto mas baja, y los licores fermentados que se obtengan serán tanto mas ricos en alcohol, cuanto menores sean los glóbulos del fermento.

Sobre la preparacion de los vinos.—Es una regla establecida en todos los paises en que se coge vino, que la fermentacion del mosto de la uva es tanto mejor cuanto mas rápida; por esa razon los cosecheros siguen con mucho interés el desarrollo de la fermentacion en las tinas ó cubas y emplean alguna vez un calor artificial para activarla.

Es cierto que siendo el año favorable y tratándose de mosto obtenido con uvas de buena calidad, el producto es muy bueno; pero en los malos años, cuando la madurez es imperfecta, con clases inferiores de uvas, el vino deja mucho que desear: entonces es cuando las perfecciones en la vinificacion son necesarias; deben dirigirse á colocar la uva ó el mosto en circunstancias tales, que antes de pasar á la fermentacion alcohólica, sufra las modificaciones que determina la madurez: deben dirigirse tambien, en los años en que los vinos estan pobres de alcohol, á colocar el mosto en circunstancias tales, que la trasformacion del azúcar en alcohol sea completa, y se debe cuida-

dosamente evitar el acceso del aire, que puede destruir el alcohol ó poner trabas á su formacion.

Los esperimentos que he espuesto en mi Memoria conducen naturalmente á un resultado imprevisto antes de ellos, y contrario á lo que se practica generalmente, cual es que en vez de activar la fermentacion, se necesita detenerla; en lugar de producir la fermentacion alcohólica tumultuosa, terminada en un número fijo de dias, es preciso hacer de suerte que el azúcar se trasforme en alcohol y ácido carbónico por medio de una fermentacion lenta.

En vez de efectuarse la trasformacion en tres ó seis dias debe durar tres ó seis meses.

Se logrará este objeto colocando el mosto con la raspa, antes que empiece la fermentacion en cubas, cuya temperatura no esceda de 12° cent.

Déjase conocer que se deberá vigilar diariamente la marcha de la fermentacion para llenar los toneles, interceptar el acceso del aire, etc., y se practicará, si hay lugar, el desgranamiento de antemano de la uva en los límites que la esperiencia fijará para no obtener un vino demasiado cargado de los principios solubles de la raspa.

Si las miras que acabo de esponer son exactas, la comparacion de los vinos tintos con los blancos de un mismo terreno y de un mismo año nos lo debe enseñar. En efecto, si la fermentacion de los vinos tintos es esencialmente rápida, la de los blancos se aproxima mucho á las fermentaciones lentas. Además, en circunstancias iguales, ¿los vinos blancos deben ser mas ricos en alcohol que los tintos? He graduado el alcohol del vino tinto y del blanco preparados el mismo año con uvas del mismo plantío y recogidas en la misma viña, y he encontrado 11 de alcohol en el tinto y 13 en el blanco, cuya diferencia de cerca de 2 por 100 se ha conservado siempre en la análisis comparada de los vinos tintos y blancos de los mismos años y terrenos.

Consultando el estado que termina esta Memoria, se verá que los vinos blancos de los mismos terrenos y años son casi siempre mas ricos en alcohol que los tintos.

Enfermedades de los vinos.—El mayor número de las alteraciones espontáneas de los vinos depende de las modificaciones que padece su materia azoada bajo la doble influencia del acceso del aire y elevacion de la temperatura: se puede establecer como principio general que todos los vinos que contienen mas de 7 por 100 de alcohol, y que se conservan en vasos exactamente tapados y á una temperatura que no esceda de 12° c., permanecen mucho tiempo sin alterarse, y al fin adquieren con frecuencia preciosas calidades. Veamos una observacion que demuestra cuán poderosa es la influencia de la temperatura para determinar en el vino alteraciones específicas. El vino blanco de Nancherre, del cual he hablado anteriormente, se embotelló sin estar clarificado, y sin embargo estaba perfectamente trasparente; enturbiándose despues de algunos dias, como dejo espuesto:

el mayor número de botellas se conservó en una cueva muy fresca, se aclaró poco á poco y ganó hasta en calidad, dejando depositar el fermento negro: algunas del mismo vino se conservaron en una dispensa á una temperatura varia de 10 á 15°, y se ahiló como si fuera clara de huevo, y sufrió la fermentacion viscosa: asi en un mismo vino conservado en botellas igualmente bien tapadas, una diferencia de algunos grados de temperatura ha determinado modificaciones moleculares muy diferentes.

El remedio que, á mi parecer, se puede últimamente aplicar á los vinos enfermos que contienen mas de 7 por 100 de alcohol y que no se han vuelto agrios, es conservarlos en vasijas bien cerradas y á la temperatura mas baja posible. Se deberán emplear, y esto es muy ventajoso, los mismos medios para prevenir las alteraciones espontáneas de los vinos y para restablecer los ya alterados.

Estado que presenta la riqueza en alcohol de muchos vinos y licores fermentados por cien partes *.

Vino producido por la influencia del fermento de la hez. .	13,80 B.**
Cerveza fuerte producida por el fermento de la hez.	15,17 B.
Vino producido por la influencia del fermento negro.	16,64 B.
Vino de Bagnols que retiene azúcar. . .	15,16 B.
Vino tinto de Avalon (Yona) de 1834, primer terreno (calizo jurásico).	11,14 B.
Vino blanco de Nancherre (Yona) de 1841 (terreno calizo jurásico).	9,99 B.
Idem de 1842.	12,50 B.
Vino blanco de Pineau Girolles (Yona) de 1842 (calizo oolítico ó pedrejoso.)	12,54 B.
Vino tinto de S. Jorge (Herault) de 1839.	11,40 B.
VINOS DE TONNERRE (*Yona*).	
Vino tinto Côte Pitois de 1839.	10,00 J.
Idem de 1840.	11,00 J.
Vino tinto de Bridaines de 1839.	9,33 J.
Vino tinto de Vautiercelins de 1840. . .	10,33 J.
Vino blanco de Charlouts de 1842. . . .	11,33 J.
Vino blanco Vaumorilon de 1842 . . .	11,66 J.

* Las tablas de las cantidades de alcohol contenidas en los vinos y referidas en las obras de química no son exactas: ó los autores han analizado los vinos añadidos de alcohol como sucede con frecuencia para la esportacion, ó no han relacionado exactamente sus números al alcohol absoluto: los resultados que presento en este estado han sido evaluados por medio del alcohómetro centesimal de Gay-Lussac.

** B. quiere decir Bouchardat, J. Jacobo, C. Clary, Bn. Bouysson y F. Fauré.

VINOS DE LOT.

Vino tinto de Cahors de 1790 (terreno calizo)	11,00 C.
Idem de 1800 (idem)	11,13 C.
Idem de 1802 (idem)	11,00 C.
Idem de 1810 (idem)	11,66 C.
Idem de 1811 (idem)	12,00 C.
Vino blanco de Cahors de 1811 (idem)	12,33 C.
Vino tinto de Cahors de 1818 (idem)	10,66 C.
Vino blanco de Cahors de 1818 (idem)	11,33 C.
Vino tinto de Cahors de 1822 (idem)	11,33 C.
Vino blanco de Cahors de 1822 (idem)	12,33 C.
Vino tinto de S. Juan de Lourd de 1826 (idem)	13,00 C.
Vino tinto de Cahors de 1840 (idem)	10,33 C.
Vino blanco de Cahors de 1840 (idem)	11,00 C.
Vino tinto de Cahors de 1842 (idem)	11,00 C.
Vino blanco de Cahors de 1842 (idem)	11,00 C.
Vino rosado de Cahors de 1842 (idem)	11,33 C.
Término medio de la *proporcion de alcohol* en los vinos de terrenos cálizos	11,36 C.
Vino tinto de Cahors de 1820 (terreno arcilloso)	11,00 C.
Vino blanco de Cahors de 1820 (idem)	11,33 C.
Vino tinto de Cahors de 1822 (idem)	9,66 C.
Vino blanco de Cahors de 1822 (idem)	11,00 C.
Vino tinto de Cahors de 1842 (idem)	9,00 C.
Vino blanco de Cahors de 1842 (idem)	10,00 C.
Vino rosado de Cahors de 1842 (idem)	10,33 C.
Término medio de la *proporcion de alcohol* de los vinos de terrenos arcillosos	10,00 C.

VINOS DE TARN Y GARONA.

Vino tinto de Cot de 1837 (terreno calizo compacto)	10,60 Bn.
Idem de Cot de 1840 (idem)	10,00 Bn.
Vino blanco de Cot de 1840 (idem)	10,10 Bn.
Vino tinto Reveille de 1842 (calizo pizarroso)	9,33 Bn.
Vino tinto Bartherac de 1841 (calizo compacto)	9,10 Bn.
Vino tinto de Goux de 1842 (arcilloso calizo)	9,65 Bn.

VINOS DE LOT Y GARONA.

Vino tinto Therac de 1841 (arenisco)	10,60 Bn.
Vino blanco (Gaillardel de 1840 pedrejoso)	9, 33 Bn.

VINOS TINTOS DE LA GIRONDA.

Blaye de 1811	10,25 F.
San Martin, id.	10,62 F.
San Savino, id.	9,10 F.
San Emilion, id.	9,18 F.
San Sulpicio, id.	8,90 F.
Genisac, id.	9,05 F.
Lussac, id.	9,00 F.
La Reole, id.	8,50 F.
San Macario, id.	7,80 F.
San Majencio	8,75 F.
Bazas, id.	9,00 F.
Burdeos, id.	10,10 F.
Blanquefort, id.	9,30 F.
La mision, id.	10,12 F.

San Medardo, id. . .	9.25 F.	**Vinos blancos de la Gironda.**	
Castres, id.	9,60 F.	Castellon.	11,00 F.
San Lorenzo, id. . . .	9,00 F.	Lusac.	9,25 F.
Pesac, id.	9,10 F.	La Reole.	9,00 F.
Pauillet, id.	9,70 F.	San Macario.	8,15 F.
Château-Laffite, 1840	8,70 F.	Sauterne.	15,00 F.
Ch. Margaux, id. . .	8,75 F.	Bomme.	12,15 F.
Ch: Latour, id.	9,35 F.	Barsac, primer terreno.	14,75 F.
Tronquois Lafond. . .	9,90 F.	Poudeuzac, id. . . .	13,75 F.
Palus S. Vicente 1843.	10,30 B.	Santa Cruz del Monte.	12,15 F.
San Macario, id. . . .	8,00 B.		
Duchatel San Julian, 1838.	8,67 B.		

Aguardiente y alcohol.—Se obtienen por la destilacion del vino y otros muchos líquidos fermentados, sin tener consideracion á la presencia del cuerpo que puede volver la masa fermentada impropia de servir de bebida: de este número son las mezclas que se hacen fermentar para obtener los aguardientes de granos y de patatas: se fabrica tambien el aguardiente con el orujo de la uva. Trataremos primeramente de los líquidos que sirven para preparar el alcohol, y hablaremos despues de la destilacion y de los aparatos empleados para ejecutarla.

Los *vinos del Mediodia*, ricos en alcohol y que no son recomendables por la fragancia, se pueden destilar con ventaja para obtener el aguardiente de la mejor calidad: se le conoce con el nombre de *aguardiente de Coñac* ó *de Mompeller*. Se destila tambien el orujo de la uva; pero cuando se opera á fuego desnudo, se obtiene de un gusto cargado de sabor empireumático, por lo que vale mas destilar los aguapies que se preparan depurando el orujo por el agua.

El aguardiente que se obtiene haciendo fermentar la mezcla parda, despues de haberla dilatado en agua, recibe el nombre de *tafia*. El *ron* es una especie de aguardiente mas fuerte que se obtiene por la fermentacion de los jarabes procedentes del refinamiento del azúcar. Se llama *rack* un aguardiente preparado con el arroz y los frutos del *areca cathecu*. Se conoce por *slevovitza* el aguardiente obtenido destilando el producto de la fermentacion de las ciruelas; y por *kirch* el aguardiente que se obtiene destilando el producto de la destilacion de las guindas negras. Cada uno de estos aguardientes tiene sabor distinto debido á la presencia de los aceites volátiles contenidos en los materiales que sirven para su preparacion.

Aguardiente de granos.—Todos los cereales se pueden emplear: el trigo es el que suministra mayor cantidad; pero se emplea generalmente el centeno y la cebada: á 7 partes de grano molido se añade 1 de malta igualmente molida: se reduce la mezcla á pasta bien unida al principio con agua fria, despues con caliente para que la mezcla esté á 38°: se añade en seguida una cantidad suficiente de agua caliente, observando que no haya grumos. Se

obtiene un líquido á 60° que se deja reposar por media hora: este tiempo basta para azucarar el almidon por la cebada fermentada: resulta una cantidad de alcohol tanto mayor cuanto mas completa es esta conversion; cuando la masa llega á su máximum de sabor azucarado, término que es necesario no esceder; porque llegaria á hacerse ácida, se enfria lo mas pronto posible la masa á 40°: entonces se añade el fermento, siendo importante emplearle en cantidad y calidad convenientes: en general se toman para 100 kilógramos de grano molido, 8 litros de buen fermento: despues de la adicion de este, se agita el líquido durante un cuarto de hora, se cubre la tina con una cobertera que cierre bastante bien para impedir que el aire esterior se introduzca, sin que sin embargo se oponga á la salida del gas ácido carbónico que se forma: se hace muchas veces necesario enlodar las junturas de la cobertera con arcilla. Si el aire puede penetrar hasta la masa que fermenta, absorbe el oxígeno, y una parte de alcohol formado padece la fermentacion ácida: ordinariamente se acaba esta despues de 48 horas: no obstante, este tiempo puede variar en razon de la temperatura del aire ambiente, y de la naturaleza de los materiales empleados: generalmente se admite que la fermentacion llega á su máximum en el espacio de 36 horas, y disminuye y se detiene en las 12 siguientes. Concluida la fermentacion se procede á la operacion última, que es la destilacion ó separacion del alcohol.

Dubrunfaut ha notado que las aguas calizas se oponen á la acidificacion de los productos de la fermentacion, que se opera siempre con detrimento de la alcoholizacion; entonces seria bueno añadir creta á la mezcla cuando esté en fermentacion.

Aguardiente de patatas.—Cuécense las patatas al vapor, se las espachurra perfectamente, y esta operacion se ejecuta mejor estando calientes. Siemens añade á la masa molida, para 165 litros de patatas, 107 gramos de potasa calcinada, hecha cáustica con 750 gramos de cal viva y filtrada. El almidon de patatas no se reduce á engrudo por la sola accion del agua hirviendo, porque está rodeado de albúmina vegetal coagulada; esta agregacion se destruye por la potasa que disuelve la albúmina vegetal: el almidon puesto en libertad, se disuelve entonces en el líquido: resulta de este modo una papilla medio trasparente mucilaginosa, que se enfria en seguida con hielo, ó echándola en un vaso de cobre rodeado de agua fria, sin que entre en fermentacion ácida, en la que hace progresos rápidos. Esta disolucion no entra por sí sola en fermentacion alcohólica. Se añade una mezcla que contenga desde 1|7 hasta 1|5 del peso de patatas, de malta, de cebada molida y de agua caliente, á la que no se ha dejado padecer la sacarificacion. Se vuelve á enfriar despues el todo hasta 25°, ya añadiendo agua, ya colocando pedazos de hielo; luego se introduce el fermento, y se agita bien el todo. Esta mezcla fermenta muy bien, y suministra una gran cantidad de buen fermento; es probable que la albúmina vegetal de las patatas que se encuentra puesta en libertad durante la saturacion de potasa por el ácido

carbónico favorezca considerablemente la fermentacion. La tina donde se hace esta debe igualmente estar cerrada. La ventaja del método de Siemens consiste en que el álcali disuelve además de la albúmina vegetal la fibra amilácea, de suerte que á escepcion de la cubierta, todas las partes de la patata pasan á la papilla. El glúten de la malta que entra en la composicion de la mezcla del grano, determina la sacarificacion del almidon de las patatas. El aguardiente se destila inmediatamente que se acaba la fermentacion.

De los diversos modos de destilar.—Obtenidos los líquidos por los procedimientos arriba reasumidos se trata de proceder á la destilacion para aislar el aguardiente. El aparato empleado para efectuar esta operacion se llama alambique (véase su descripcion, pág. 91). Los líquidos procedentes de la fermentacion de los granos y de las patatas contienen muchas materias azoadas estrañas, que se fijan en las vasijas en que se les hace hervir. Calentando á fuego desnudo, es indispensable agitar la mezcla hasta la ebullicion. El producto que pasa á la destilacion es muy acuoso; y no suele contener mas que 0,17 de alcohol puro. Mas el defecto principal consiste en que está uno obligado á aplicar inmediatamente el calor sobre el líquido, y que el producto está siempre infestado de un olor empireumático.

Se tienen al presente aparatos destilatorios mucho mas perfectos que los antiguos, pues se destila al vapor: este modo presenta grandes ventajas. 1.° Suministra en un tiempo dado una cantidad de alcohol mayor: 2.° el calor latente de los vapores se emplea para calentar y hacer destilar nuevas masas de líquido, de donde resulta gran economía de combustible: 3.° se pierde menos alcohol, porque se puede adelantar mas la destilacion del residuo, y no es necesario destilar segunda vez el producto de la primera destilacion, operacion por la que se pierde algunas veces de 10 á 15 por 100 de alcohol· 4.° queda la mayor parte del aceite de granos ó de patatas, porque la temperatura del segundo alambique es bastante baja, y una gran porcion del aceite destilado se condensa en la vasija donde se halla el líquido fermentado. A un destilador francés llamado Adam de Mompeller le ocurrió el primero la idea de semejante aparato. Muchos se han ocupado despues en la perfeccion de los aparatos destilatorios, y últimamente Derosnes: en su aparato el líquido fermentado se introduce sin cesar por la parte superior del alambique, y corre por la inferior en estado de flegma (aguapie); al mismo tiempo se obtiene alcohol concentrado, de densidad igual ó aun superior al espíritu de vino obtenido por el aparato ordinario. El de Derosnes tiene la preciosa ventaja de destilar de una manera continua y dar productos de riqueza alcohólica tan elevados como son de desear; es generalmente usado en Francia y funciona muy bien.

Alcohol.—*Separacion del aceite volátil.*—El aguardiente contiene agua, mas un aceite esencial variable, segun la naturaleza del líquido destilado: este aceite hace al aguardiente mas lijero, pero al contrario aumenta la densidad del alcohol; muy difícil es

librar al aguardiente del todo de este aceite, que le comunica ordinariamente un sabor desagradable. Veamos el mejor medio. Se le destila de nuevo poniendo en la cucúrbita la cuarta parte del volúmen de agua con carbon poroso lijero: convienen los de pino, abeto y abedul. Se recoge separadamente la primera mitad del líquido; la última tiene necesidad de una nueva rectificacion.

Rectificacion del aguardiente ó preparacion del alcohol rectificado y anhidro.—Se destila el aguardiente privado del aceite volátil, y se recoge por separado el primer tercio del liquido destilado, ó una cantidad tal que la densidad del producto sea de 0,9. Se destila otra vez un tercio del líquido cuya densidad es de 0,9, y se obtiene un producto de 0,833 de densidad: este es el alcohol rectificado. Para obtener el *alcohol anhidro* se mezcla el alcohol de 0,833 en una vasija que se pueda tapar con un peso igual al suyo de cloruro de calcio, de antemano fundido y quebrantado; es importante que esta sal no contenga un esceso de cal. Se decanta la disolucion trasparente en un aparato destilatorio adecuado, destilando la mitad del volúmen del alcohol empleado. Si se ha ejecutado bien la operacion en todos sus puntos, el alcohol así obtenido es anhidro y su densidad de 0,7947 á la temperatura de 15°, ó de 0,791 á 20°. Sino hubiese llegado á esta débil densidad, seria necesario repetir la operacion con una nueva cantidad mas pequeña de cloruro de calcio: se ha propuesto reemplazar este último por la potasa ó sosa cáusticas; pero estos álcalis alteran el alcohol.

Propiedades del alcohol anhidro.—Es un líquido incoloro muy fluido (no se ha podido solidificar), de un olor particular penetrante, de sabor abrasador y aun cáustico, lo que tiende á quitar el agua á los tejidos vivos, y esta accion puede estenderse hasta el punto de estinguir la vida en estas partes; tomado en pequeña cantidad, escita vivamente la economía; en gran dosis embriaga. La densidad del alcohol á 15° de temperatura es de 0,7947 comparada con la del agua tomada á la misma. A 20° es de 0,791; á 78,41, que es su punto de ebullicion, es de 0,73869.

Si se pasa una chispa eléctrica por entre una mezcla de vapor de alcohol y de gas oxigeno, el alcohol se inflama y arde con una esplosion violenta; hay formacion de agua y ácido carbónico: haciendo arder el alcohol por medio de una mecha, en la que se ha colocado un hilo de platino rodeado en espiral, y se apaga repentinamente la llama, el hilo continúa enrojecido en tanto que queda alcohol; este se quema lentamente; además del ácido carbónico y del agua, se forma ácido acético y un cuerpo odorífico particular.

El alcohol tiene mucha afinidad con el agua: si se mezcla alcohol con agua en estado líquido, se desprende calor: se produce una contraccion que se aumenta en proporcion constante con la cantidad de agua, hasta que la mezcla se encuentra compuesta de 1 átomo de alcohol y 3 de agua, ó en peso 100 partes de alcohol y 116,23 de agua; la contraccion es igual á 3,775 por 100 de la mezcla. Segun Rudberg, el máximum de contraccion tie-

ne lugar entre 53,9 y 54 de alcohol por 100. Partiendo de este punto la contraccion producida por nuevas adiciones de agua se hace de cada vez mas débil, y acaba por cambiarse en una dilatacion aparente. Si se mezcla alcohol con agua, su volatilidad, así como la dilatacion que sufre por la accion del calor, disminuyen. Tralles ha visto que la presencia de una pequeña cantidad de agua no aumenta el punto de ebullicion del alcohol, y Semmering ha observado que el alcohol que contiene 2 á 3 por 100 de agua, es aun algo mas volátil que el alcohol anhidro. El de 94 por 100 cuya densidad es 0,82 á 15°, es tan volátil como el anhidro; y cuando se destila alcohol de una densidad de 0,8 la porcion líquida que pasa primero contiene mas agua: de suerte que el alcohol se encuentra concentrado por la destilacion, y las últimas porciones son anhidras; pero destilando alcohol que contenga mas de 6 por 100 de agua, la porcion que ha pasado es siempre mas rica en alcohol que la que queda en el vaso destilatorio.

Veamos los números obtenidos por Gay-Lussac, que indican las cantidades en centésimas de alcohol anhidro contenido en una mezcla de agua y alcohol de diferentes densidades, que se refieren á la del agua á 15°, y no á su máximum de densidad: 100 de alcohol tienen una densidad 0,7947,—95 de 0,8168,—90 de 0,8346,—85 de 0,8502,—80 de 0,8645,—75 de 0,8779,—70 de 0,8907,—65 de 0,9027,—60 de 0,9141,—55 de 0,9248,—50 de 0,9348,—45 de 0,9440,—40 de 0,9523,—35 de 0,9595,—30 de 0,0656.

De la determinacion de la cantidad de alcohol anhidro contenida en los aguardientes del comercio.—Es una cuestion muy importante para el comprador y vendedor, y para el pago de los derechos, el poder determinar de una manera exacta la cantidad efectiva de alcohol contenida en una mezcla de alcohol y agua. Para llegar á la solucion exacta de esta cuestion, habia que vencer grandes dificultades dependientes de la contraccion variable que sufre una mezcla de agua y alcohol; y como para las determinaciones comerciales no se puede valuar sino al volúmen, y no al peso, las variaciones de temperatura introducen tambien un dato nuevo en la solucion del problema.

En otro tiempo se servian en Francia del areómetro de Baumé, y en el comercio se empleaba el de Cartier: estaban ambos graduados segun los mismos principios: el de Cartier señalaba 10° en el agua destilada y 28° en el espíritu de vino, que contenia 78 por 100 de alcohol: cada grado era igual á $\frac{1}{18}$ de la distancia que separa estos dos puntos, é indicaban tanto menos el aumento y cantidad de alcohol, cuanto mas elevados eran los grados.—Gilpin hizo en Inglaterra una larga serie de cálculos y esperimentos para llegar á la solucion de esta cuestion: Tralles, en Berlin, estendió los esperimentos de Gilpin y publicó tablas de un uso muy cómodo; pero el trabajo mas perfecto respecto á

esto es el de Gay-Lussac, titulado *Instruccion para el uso del alcohómetro centesimal y tablas que le acompañan*. Estas tablas se hallan construidas de tal modo, que estando determinada la temperatura del aguardiente, cualquiera que sea por otra parte el grado centesimal en que el instrumento se detenga, la primer tabla indica cuánto alcohol contiene el aguardiente por 100 de su volúmen, cuando se le gradua á 15°, y de cuántas 1000 partes de alcohol en volúmen se dilatan ó se contraen, calentando ó enfriando el alcohol de modo que llegue á los 15°: otra tabla indica las mezclas que es menester efectuar cuando se quiere obtener por la dilucion el aguardiente de cierta fuerza.

De los eteres en general.—Se ha dado el nombre de *éteres* á productos resultantes de la accion de los ácidos sobre el alcohol. En 1537 *Valerius Codrus* dió un método para preparar el éter, que describió con el nombre de *aceite dulce de vitriolo*. Un gran número de antiguos naturalistas, *Boyle*, *J. Newton*, *T. Willis*, *F. Hoffmann*, *Stalh*, *Henket*, *Poot*, etc. han descrito y obtenido el éter, pero empleando diversos procedimientos, y dándole otros tantos nombres. En 1730 un químico aleman, *Fobrenius*, le estudió con cuidado, y fue el primero que le dió el nombre de éter. *Geoffroy*, *Duhamel*, *Hellot*, *Baumé*, *Macquer*, etc. se ocuparon de ello despues. Un gran número de químicos contemporáneos nuestros han unido sus nombres á la historia de los éteres.

Clasificacion.—Se dividen los éteres en tres géneros: el primero no comprende mas que una especie, el éter hidrático, formado de dos volúmenes de carburo bihídrico y uno de vapor de agua; se obtiene por la reaccion de los ácidos sulfúrico, arsénico, fosfórico y fluobórico sobre el alcohol: 2.° los éteres del segundo género provienen de la reaccion de los ácidos sobre el alcohol, y se componen de volúmenes iguales de hidrógeno bicarbonado, y del ácido empleado en su preparacion: tales son los *éteres* de hidrácidos *clorhídrico*, *bromhídrico*, etc.: 3.° por último, en el tercer género se encuentran los éteres formados de un ácido oxigenado y de éter hidrático: *éter nitroso*, *acético*, *oxálico*, etc.

La clasificacion anterior es la espresion de los hechos. Se ha tratado de conocer el modo como estan combinados los elementos en los éteres. Veamos la teoría mas generalmente admitida. Se asocian los elementos del éter de suerte que se tenga por una parte el equivalente de oxígeno, y por otra un radical formado de 4 equivalentes de carbono y 5 de hidrógeno. Este radical toma el nombre de *etila*, y el éter sulfúrico es el *óxido de etila*. Entonces los éteres del tercer género son combinaciones del óxido de etila cen un ácido que constituye una verdadera oxisal, obedeciendo las leyes ordinarias de este género de compuestos y no conteniendo agua de cristalizacion. Los éteres del segundo género vienen á ser en esta hipótesis combinaciones análogas á los cloruros, cianuros, etc. Se admite que cuando un hidrácido obra sobre la etila, el hidrógeno del ácido y el oxígeno del óxido de etila se combinan para formar agua, y que queda una combinacion de la etila con el radical del ácido (cloruro, ioduro, bro-

muro de etila). En esta obra elemental debemos limitarnos á describir el éter sulfúrico, que es muy usado.

Eter sulfurico (*eter, hidrático, óxido de etila, éter*).—Es un líquido incoloro, muy fluido, de olor particular fuerte y penetrante; de sabor al principio abrasador, despues fresco; es neutro, no conduce la electricidad y refracta fuertemente la luz. Su densidad á 20° es de 0,713; hierve á 35,66 á una presion de 0,67; á—31° el éter principia á cristalizar; á—44 se presenta bajo la forma de una masa blanca, sólida y cristalina. El éter arde fácilmente con llama blanca muy estendida; el agua disuelve 1|9 de su peso de éter: se mezcla en todas proporciones con el alcohol: el eter disuelve un gran número de materias orgánicas.

Para obtener el éter se toman de alcohol á 36° 4 partes y ácido sulfúrico á 66° 2 partes. Se mezcla exactamente el ácido con la mitad del alcohol en un barreño ó en un cántaro de barro; se echa el ácido en pequeñas porciones sobre el alcohol agitándolo continuamente; se tiene por otra parte un aparato compuesto de una retorta de vidrio tubulada, con una alargadera y un balon, el cual comunica con un serpentin de plomo refrescado por una corriente de agua; la retorta se coloca en baño de arena: montado así el aparato, se echará en la retorta la mezcla aun caliente, y se hará hervir lo mas pronto posible: la tubulura de la retorta estará tapada con un tapon de corcho, que da paso á un tubo de vidrio ajustado á su parte inferior, que se introducirá en el fondo del líquido, hasta 4 ó 5 centímetros; la parte supeior de este tubo estará encorvada encima del tapon, bajo un ángulo conveniente para poderse adaptar por medio de un tubo de goma elástica á un vaso que contenga el resto del alcohol, colocado á cierta distancia del hornillo: este vaso deberá tener en su parte inferior una llave que permita introducir cuando se quiera el alcohol en la retorta. Habiendo recogido por la destilacion un volúmen de líquido igual á cerca del cuarto ó quinto del alcohol introducido en la retorta, se le reemplazará abriendo la llave, que hace comunicar el alcohol guardado con la retorta, se arreglará el surtidor de alcohol de modo que no se interrumpa nunca la ebullicion y que reemplace exactamente lo mas que se pueda al líquido que destila continuamente. Cuando se haya añadido todo el alcohol y el producto destilado sea igual á cerca de los tres cuartos de la totalidad del alcohol empleado, se detendrá la operacion y se desmontará el aparato. El producto de la destilacion, que es una mezcla de agua, éter, alcohol, ácido y aceite dulce, con vino, es preciso rectificarle: se consigue esto añadiendo 15 gramos de potasa cáustica á la cal por litro de éter: se agita la mezcla en muchas veces despues de veinticuatro horas de contacto, se separa por decantacion la solucion alcalina del éter que la sobrenada y se destila este en baño maría en un alambique comun. Se fraccionan los productos; los que señalan menos de 56° se ponen á un lado y se rectifican por una nueva destilacion á un calor muy suave.

El éter es uno de los medicamentos mas frecuentemente empleado como antiespasmódico.

Fermentacion acida.—Se comprenden con el nombre de fermentacion ácida las trasformaciones espontáneas de las materias orgánicas en ácido acético: muchas materias pueden dar este producto por su descomposicion, pero aun es dudoso que no se ha tomado muchas veces por ácido acético el láctico.

Teoria de la acidificacion del alcohol.—(*Influencia del alcohol en la acidificacion.*)—El principio que parece hacer el principal papel en la acidificacion es sin duda el alcohol. Examinemos primero las condiciones en que el alcohol se acidifica de una manera incontestable. Se ha notado que la esponja de platino, y especialmente el platino muy dividido que se obtiene por la precipitacion química de este metal, cuando se humedece de alcohol y se coloca en un vaso que contenga gas oxígeno, este gas es rápidamente absorbido, y el alcohol se acidifica.

La verdadera *teoría de la acidificacion del alcohol* se esplica por una simple oxidacion, como lo habian admitido Rosier y Lavoisier, y probado Dabereiner: la accion puede ser representada por la fórmula siguiente, como lo he demostrado hace ya 12 años en un trabajo especial: 1 átomo de alcohol $C^8\ O^2\ H^{12}+O^4=$ 1 átomo de ácido acético $C^4\ O^3\ H^6+3$ átomos de agua $3\ H^2\ O$.

Trasformacion del alcohol bajo la influencia de los fermentos.—Si la acidificacion del alcohol por influjo del platino dividido es muy fácil, no sucede así bajo otras influencias. Es cierto, aunque se haya sostenido lo contrario: 1.º que el alcohol, por diluido que esté, no se trasforma por sí mismo en ácido acético por influjo del oxígeno: 2.º que el ácido carbónico disuelto en el agua alcoholizada no favorece esta trasformacion, como Tompson lo habia anunciado: 3.º que una mezcla de alcohol dilatado y de ácido oxálico no se trasforma en ácido acético, como Chaptal lo habia dicho en su *Arte de hacer vino*: 4.º se podia creer que los elementos del ácido málico y del tartárico, que desaparecen en parte durante la acidificacion del vino, se uniesen á los del alcohol para producir ácido acético; pero ni el málico, ni el tartárico dan acético con el agua alcoholizada: 5.º que las materias orgánicas azoadas frescas, ó en este estado particular de descomposicion que favorece la acidificacion del azúcar, no acidifican el alcohol dilatado: y 6.º que las materias conocidas con el nombre de *levadura*, *fermento de cerveza*, *madre de vinagre*, carecen igualmente de accion específica.

Acidificacion de los líquidos vinosos.—Si la trasformacion del alcohol en ácido acético bajo la influencia de los cuerpos orgánicos presenta condiciones de resultados tan difíciles de reunir, que en el mayor número de circunstancias, los negativos son verdaderos, no es menos incontestable que en los líquidos vinosos el alcohol no contribuya á la formacion del ácido acético por su oxidacion.

Teoria de la acidificacion de los vinos.—La acidez, enfermedad tan enfadosa de los vinos, siempre se efectua por la

absorcion del oxígeno; se cree generalmente que tiene por efecto único trasformar el alcohol en ácido acético; mas veamos algunos resultados del esperimento que tomo de mi antigua Memoria sobre la acidificacion, y que me parece indicar que el fenómeno no es tan sencillo como algunos se imaginan. Loowitz habia visto, y yo lo he comprobado, que los vinos espontáneamente agrios contienen tanto alcohol antes como despues de su acidificacion.

F. de Saussure habia anunciado y yo igualmente he observado en este caso que el gas oxigeno absorbido era reemplazado por un volúmen casi igual de ácido carbónico, lo que no sucede en la acidificacion del alcohol.

He dejado agriar á una temperatura de 11° c. en un frasco medio lleno de vino que contenia 7,2 por 100 de alcohol; despues de 15 dias estaba ya agrio, y estando saturado el ácido dió todavía 7,2 de alcohol: me parece que este primer período de la acidez, que se efectua á una baja temperatura bajo la influencia del oxígeno, trasforma las materias mucosas ó el azúcar restante en el vino en ácido acético, con desprendimiento de carbónico en volúmen igual al del oxígeno absorbido.

La trasformacion del alcohol en ácido acético en la acidificacion pertenece á otro órden de fenómenos que resulta del cuadro ordinario de las fermentaciones, si se restringen, como creo conveniente hacerlo, á los hechos comprendidos en la definicion siguiente.

Las fermentaciones son trasformaciones de materias orgánicas bajo la influencia de una proporcion sumamente pequeña de un principio azoado especial, sin que el oxígeno intervenga como cuerpo comburente.

Definidas de este modo las fermentaciones, la trasformacion del alcohol en ácido acético no debe comprenderse en ellas, sino que es simplemente un fenómeno de combustion lenta: la materia orgánica, tal como el cocimiento de malta, el zumo de patatas, la materia azoada del vino, no intervienen únicamente sino para absorber el oxígeno, y trasmitirle en seguida al alcohol, como lo hace el musgo de platino en la acidificacion del alcohol, y el deutóxido de ázoe en la formacion del ácido sulfúrico. Si se emplean materias azoadas orgánicas, tales como la albúmina de huevo, glúten, cáseo, que no absorben con actividad el oxígeno, la trasformacion no se efectua, como lo he demostrado anteriormente.

La madre del vinagre, todos los vegetales y todos los vibriones que se han señalado en el vinagre no sirven de ningun modo para el desempeño del fenómeno. La acidificacion del alcohol no es mas que una combustion lenta, y no una fermentacion.

Fabricacion de los vinagres.—Se da el nombre de *vinagre* al producto de la acidificacion de los líquidos vinosos, y su número será tan grande como el de los líquidos alcohólicos: se conocen muchas especies de vinagres; el de vino es el mejor. Se fabrican vinagres de cerveza, de sidra, etc. Las circunstancias

que deben especialmente tomarse en consideracion, cuando se trata de hacer la fermentacion alcohólica tan pronta y completa como sea posible, son la temperatura y el acceso del aire; este último debe ser tal, que no se pierda demasiado vinagre por la evaporacion. La temperatura mas favorable es la de 25 á 35°. Veamos cómo se fabrica el *vinagre de vino en Orleans*. En toneles que contienen cerca de 400 litros se echan 100 de vinagre hirviendo, y cuando el tonel es nuevo, no se añade sino á los ocho dias 10 litros de vino nuevo; pasados otros ocho se echan otros 10, continuando así hasta que los toneles esten casi llenos. Todos ellos presentan en la parte superior una abertura de cerca de 54 milímetros de diámetro que nunca se tapa; se colocan ordinariamente lo mas cerca posible unos de otros en un sitio donde no se hace fuego en el verano, y se calienta en invierno hasta elevar la temperatura á cerca de 20°. Quince dias despues de la última adicion de vino se encuentra hecho el vinagre: no se saca sino la mitad y se añaden á la otra restante 10 litros de vino cada ocho dias. Un inglés llamado John Ham fabrica el vinagre de una manera mucho mas espedita: aumenta considerablemente la superficie puesta en contacto con el aire, á cuyo resultado se llega haciendo salir el líquido, que se acidifica sobre haces de ramaje metidos en los toneles. La mitad superior de estos está llena de haces de leña, de donde el líquido cae á gotas en la parte inferior; por medio de bombas se le hace volver á subir sobre los haces, continuando así hasta que se acabe la acidificacion: quince ó veinte dias son suficientes para este efecto. En Alemania se ha perfeccionado este procedimiento: se mezclan, segun Mitscherlich, 2 ó 3 partes de agua con 1 de alcohol y con el zumo esprimido de patatas ó remolachas. Un chorro continuo de esta mezcla se conduce á un tonel lleno de virutas, que para dar principio se empapan en vinagre fuerte; estando el líquido igualmente repartido sobre las virutas, se convierte, por decirlo así, todo entero en superficie y absorbe el oxígeno del aire con tal rapidez, que la temperatura en lo interior del tonel se mantiene á 30°: así es necesario tener cuidado que el aire se renueve á medida que pierde su oxígeno: la acidificacion se opera en veinte horas y un chorro de vinagre sale continuamente del tonel.

Conservacion del vinagre.—Se forman en el vinagre guardado en vasijas destapadas, animales infusorios cuyas generaciones sucesivas alteran la calidad del vinagre: obsérvase que pululan tanto mas, cuanto de menos fuerza es el vinagre, y que por último le alteran completamente: estos animales, pues, deben ser muertos; para lo cual se pasa el vinagre por un tubo de estaño en espiral y rodeado de agua á 100°: los infusorios perecen por el calor: no hay mas que filtrar el vinagre.

Determinacion de la riqueza acética del vinagre.—El que se encuentra en el comercio contiene siempre cantidades variables de ácido acético: su peso específico no manifiesta su fuerza, porque los demás cuerpos disueltos en el líquido contribuyen á

aumentar su densidad, y el ácido acético no pesa mucho mas que el agua: se ve uno pues obligado, para conocer la fuerza del vinagre, á recurrir á la saturacion por un álcali: se mira como de buena calidad el vinagre que exige para su neutralizacion 7 por 100 de su peso de carbonato de potasa anhidro, y el que se satura por 5 1|2 ó 6 por 100 de álcali es reputado de calidad mediana. La manera mas sencilla de determinar la riqueza de un vinagre consiste en servirse del amoníaco cáustico, de una densidad ó título conocidos. Despues de haber añadido á este amoníaco una cantidad de tornasol suficiente para darle un tinte azulado manifiesto, se echa una medida determinada en un tubo graduado, y se añaden pequeñas porciones del vinagre que se ensaya, hasta que el color azul del líquido haya pasado al rojo. La graduacion del tubo da entonces á conocer el volúmen del vinagre empleado, y la cantidad del amoníaco saturado indica la de ácido acético contenida en este volúmen de vinagre. El flojo se puede hacer mas fuerte por la congelacion: el agua se congela y queda un líquido mas concentrado que se separa: sin embargo, la parte congelada contiene tambien vinagre: el mejor modo operatorio consiste en hacer congelar de arriba abajo, y quitar de cuando en cuando la costra congelada.

Falsificaciones del vinagre.—Algunas veces se falsifica con los ácidos minerales: este fraude se puede descubrir por el sabor y la accion que ejerce sobre los dientes, y que produce una sensacion particular, como hacen estos ácidos. Para conocer la presencia del sulfúrico se echa en el vinagre una sal barítica que forma un precipitado insoluble en el hidroclórico. Se manifiesta la presencia del ácido nítrico derramando en el vinagre algunas gotas del sulfo-indigótico, que pierde en el instante mismo su color azul y pasa á amarillo; en fin, si contiene ácido hidroclórico, el nitrato argéntico ocasiona un precipitado insoluble en el ácido nítrico. Bueno es añadir que el vinagre contiene con bastante frecuencia tártaro; pero el precipitado producido en este caso por las sales baríticas ó argénticas se disuelve en los ácidos. Segun Kuhn, todo vinagre que contenga una cantidad por pequeña que sea, de un ácido mineral, se enturbia por una disolucion antimónico-potásica. Se asegura que alguna vez se falsifica con materias vegetales acres, tales como el *capsicum annuum*, el *daphne mezereum*, etc. Semejante vinagre saturado por un álcali, conserva un sabor acre que permite fácilmente reconocer estas sustancias estrañas.

Destilacion del vinagre.—Para quitar al vinagre las materias estrañas que puede contener, se le destila en una vasija de cobre con refrigerante de estaño. Siendo el ácido acético menos volátil que el agua, esta pasa casi sola al principio de la destilacion. Se arroja una cantidad del líquido destilado primeramente casi igual á una cuarta parte del vinagre, y se recoge el líquido que pasa despues hasta que principie á hacerse empireumático. Al fin de la operacion queda una masa en forma de es-

tracto muy ácida, la que se vuelve con facilidad empireumática: para obviar este inconveniente se prescribe mezclar el vinagre en el alambique con 1[8 de su peso de carbon de madera menudo, bien calcinado. Si á pesar de esta precaucion el vinagre destilado tuviese sabor empireumático, se podria privarle de él por medio de una corta cantidad de carbon animal.

El vinagre destilado es incoloro; pero no posee el olor y el sabor puro, fresco y ácido de que goza no destilado: esto consiste en que el vinagre contiene un poco de éter acético, que se evapora al principio de la destilacion con agua que se arroja; además, destila al mismo tiempo un cuerpo volátil particular que no ha sido aun examinado, y al que el vinagre debe el gusto especial que le distingue del no destilado. Cuando se satura el ácido destilado por un álcali y se evapora el líquido, este cuerpo se destruye poco á poco por la accion del aire, y colorea entonces el líquido al principio en amarillo, despues en pardo.

Panificacion.—El pan ordinario es de la pasta de harina de trigo amasada con agua y levadura cocida en el horno. La levadura tiene por objeto hacer fermentar la masa y determinar su esponjamiento: el pan sin levadura se pone aterrado, pesado y compacto. Difícil es establecer en qué época se principió á fabricar el pan con levadura: se sabe solamente que era conocido de los hebreos: se lee en el Exodo, capítulo XII, versículo 5, que Moisés mandó á los hebreos celebrar la pascua con pan sin levadura: esto prueba claramente que su uso era entonces frecuente.

Los granos de los cereales, y el trigo en particular, contienen todos los principios que son útiles para hacer crecer y reparar el cuerpo del hombre: encierran muchas sales entre las cuales se nota el fosfato de cal, contienen todos los elementos reparadores de la sustancia de los animales: 1.º una materia muy azoada, el glúten: 2.º principios no azoados, el almidon y azúcar; y 3.º la sal que forma la base de los huesos, el fosfato de cal. La química mas adelantada no ha podido componer un alimento mas favorable al desarrollo de los mamíferos.

Análisis de la harina de trigo.—Veamos, segun Dumas, los medios rápidos de analizar la harina de trigo. «Cuando se humedece con agua la harina de trigo, de modo que se forme una pasta firme y homogénea, malaxando despues esta última en un chorrito de agua, queda en las manos del operador, pasando del todo clara, una sustancia de un blanco agrisado, elástica, tenaz, de olor soso, á la que los antiguos químicos han dado el nombre de *glúten*.»

El líquido turbio que sale arrastra la fécula con algunos restos de glúten, y se carga de todos los productos solubles.

Abandonando al reposo este líquido, se deposita la fécula: sometido despues á la ebullicion el líquido claro, se ve formarse en su superficie espumas que se contraen bajo la forma de copos grises, y que presentan la mas completa analogía con la albúmina coagulada.

Si despues de haber separado por el filtro la materia albuminosa se evapora el líquido en baño maría hasta consistencia de jarabe, es fácil reconocer allí la presencia del azúcar y de una materia gomosa análoga á la destrina, ya que no idéntica con ella. Por otra parte si se examina de mas cerca el glúten bruto del que ya hemos hablado mas arriba, se reconoce con facilidad la presencia de cuatro sustancias distintas que se pueden separar del modo siguiente. Se hace hervir este glúten con alcohol concentrado, despues con el débil, resultando entonces un residuo gris que Dumas designa con el nombre de *fibrina vegetal.*

Los líquidos alcohólicos abandonados al enfriamiento dejan depositar una sustancia en copos que posee un gran número de propiedades por las que se caracteriza la caseina.

Por último, si se concentran los líquidos alcohólicos hasta consistencia de jarabe y se añade agua, se precipita una sustancia que ofrece las propiedades de las materias albuminosas; pero que por lo especial de algunos de sus caracteres merece un nombre particular: le daremos el de *glutina.*

Se precipita con la glutina una materia crasa que se puede estraer con facilidad por medio del éter, y que presenta todas las propiedades de los aceites crasos, ó mejor de las materias mantecosas, á las que se parece por su punto de fusion. Este análisis de la harina de trigo, cuya ejecucion no tiene dificultad alguna, y quo podria igualmente aplicarse á la de todos los otros cereales, nos enseña á reconocer en ella: 1.° la albúmina, 2.° la fibrina, 3.° la caseina, 4.° la glutina, 5.° el almidon, 6.° glucosa, y destrina y 7 ° materias crasas.

Indiquemos actualmente, segun Payen, la composicion orgánica del trigo.

Composicion orgánica del fruto del trigo.—Si se examina, dice Payen, un pedacito de un grano de trigo con el microscopio, se observa: 1.° una cubierta seca de un tejido resistente, que es el epispermo; 2.° inmediatamente debajo y formando la superficie del perispermo una fila de celdillas llenas de materia azoada, albuminoidea ó caseosa, que oculta una gran parte de la sustancia crasa de los trigos; 3.° debajo de esta capa, las celdillas de paredes delgadas, que estan casi enteramente llenas de glúten y almidon; 4.° aun mas por debajo, toda la masa del perispermo que entra en las harinas blancas ordinarias, contiene granos de almidon mas gruesos, pero por lo demás las mismas sustancias que las celdillas anteriores. Las porciones mas blancas aun y mas céntricas en cada lóbulo del grano se estraen algunas veces por una molienda especial llamada *harina de flor.*

Las tres primeras capas superficiales entran en gran parte en la composicion del salvado y del segundo salvado. La observacion microscópica indica que deben ser ricas á un mismo tiempo en materia azoada, en sustancia crasa y concreciones minerales: las análisis elementales é inmediatas han justificado plenamente estas previsiones: han demostrado que comparadas con la harina estas partes corticales encierran al menos dos veces mas de es-

tas tres sustancias, de las cuales la última es especialmente abundante en fosfato de cal.

Muchas nociones importantes emanan de estas observaciones: se ve desde luego que hácia la periferia del grano es donde se encuentran las sustancias que convienen al alimento de los hombres y mas particularmente de aquellos en cuyo régimen carecen mas de carne y cuerpos crasos.

Sin duda se advertirá que estas análisis dan la esplicacion de algunas observaciones de los fisiólogos acerca de las cualidades nutritivas de los panes obtenidos de los granos enteramente molidos, comparados con las de los panes de harina de flor: ¿las mismas análisis no justificarán tambien un uso que desde luego se inclinaria uno á criticar, y que sin embargo se encuentra en muchas naciones en las cuales el pan del soldado está hecho sin estraccion alguna de salvado? Esto es lo que indican los documentos oficiales siguientes.

En Francia está compuesto el pan de trigo puro candeal.

En París, Versalles y San German, se cierne el 15 por 100; en todas las demás plazas no es sino de 10 por 100. La racion diaria del soldado es de 750 gramos.

En Argelia los trigos duros son cernidos á 3 ó 5 por 100, ó molidos y hechos panes sin estraccion alguna. Los trigos blandos se ciernen á 15 ó 18 por 100.

En Bélgica el pan se compone de trigo puro candeal: no se estrae el salvado: el peso de cada racion es de 7 hectógramos y 3|4.

En Cerdeña el pan está compuesto de trigo candeal puro, y estraen el 6 por 100 de salvado: el peso de cada racion es de 7 hectógramos y 37 gramos.

En Baviera se compone de 1|6 de trigo candeal, 4|6 de centeno y 1|6 de cebada, con estraccion de salvado á 10 por 100. El peso de la racion es de 9 hectógramos.

En Prusia se compone de centeno puro, con estraccion de 10 por 100. El peso de la racion es de 6 hectógramos y 70 gramos.

En España consta de trigo puro, con estraccion de 10 por 100. El peso de la racion es de libra y media.

Teoria de la panificacion.—No me ocuparé aquí en el arte de fabricar el pan, pues estos pormenores son generalmente conocidos: me contentaré con esponer, segun Dumas, la teoria de esta importante operacion. Si la harina de las diferentes especies ó variedades de trigos ocupa el primer lugar entre las sustancias susceptibles de ponerse bajo la forma de pan, y constituir así la base de un alimento sano y cómodo, debe esta ventaja á uno de sus principios inmediatos, el *glúten*; que no se encuentra á la par con las mismas propiedades y en tan fuertes proporciones en ningun otro cereal.

Este glúten no constituye, como se le habia supuesto hasta estos últimos tiempos, las membranas del tejido del perispermo del trigo, pero está encerrado en las celdillas de este tejido bajo las capas epidérmicas y hasta el centro del grano: respecto á esto el

glúten se halla en una situacion análoga á la del almidon y de la mayor parte de los principios inmediatos de los vegetales.

En cuanto á las membranas de las celdillas, cuya reunion forma el tejido propiamente dicho, no difieren en su composicion química de las membranas de las otras partes de las plantas; pero son de tál modo delgadas y lijeras relativamente á la masa del perispermo del trigo, que su influencia sobre las calidades de la harina es sensiblemente nula.

Los otros principios inmediatos que hacen un papel en la panificacion, son especialmente el almidon y azúcar. Veamos cuáles son los principales efectos de los agentes de la panificacion sobre estas sustancias.

El dilatar la harina con agua hidrata el almidon y glúten, disuelve el azúcar, la albúmina y algunas otras materias solubles.

El amasado de la pasta, completando estas reacciones por una mezcla mas íntima, determina así la fermentacion del azúcar, estableciendo un contacto exacto de los glóbulos del fermento con la solucion azucarada: la interposicion del aire por la continuacion del sobamiento contribuye á favorecer la fermentacion, á dividir y alijerar la pasta.

La masa, distribuida y dada la figura de panes, se mantiene á una temperatura suave, por el calor del horno, entre paños ó mantas, y se concibe que estas circunstancias favorecen el desarrollo de la fermentacion. Entonces es cuando especialmente el volúmen de todas las pequeñas masas de la pasta se aumenta gradualmente, porque en todos los puntos donde se esparce el producto gaseoso de la descomposicion del azúcar, el ácido carbónico se encuentra rodeado de una pasta viscosa cuyo glúten une los diversos elementos; queda aprisionado y se acumula en las cavidades donde penetra y que ensancha.

Si se dejasen continuar por mucho tiempo estos fenómenos, el esceso de gas interpuesto disminuiria demasiado la consistencia de la masa; es necesario pues aprovechar el momento en que el esponjamiento está en término conveniente para detener la *disolucion* de la masa, metiéndola en el horno: inmediatamente despues de haber hecho la hornada, una repentina elevacion de temperatura dilata los gases interpuestos y evapora una parte del agua: detiene la fermentacion, hace inflar toda la sustancia amilácea, opera tambien una adherencia mas íntima entre todas las partes hidratadas, tales como el almidon, glúten, albúmina, etc. y retiene oculta y solidificada el agua que les penetra.

La fermentacion de una pequeña dosis de azúcar es, pues, un fenómeno necesario de la panificacion; pero su dosis es tan pequeña que casi es incalculable.

Se puede asentar el principio de que el ácido carbónico, desarrollado por esta fermentacion, permanece todo entero en el pan y ocupa casi la mitad de su volúmen á la temperatura de la coccion, es decir, á 100°. Resulta de esto que no es necesario mas azúcar que 1|100 del peso de la harina para producir el gas carbónico necesario á la produccion de un pan bien esponjado.

De donde se sigue que cuando algunos se han propuesto, ya hace algunos años, sacar partido del alcohol desarrollado en esta fermentacion, han cometido un solemne yerro.

En efecto, Dumas ha hecho cocer en un alambique algunas libras de masa: si el baño maría se ha calentado con una disolucion saturada de sal marina, la temperatura se eleva siempre lo bastante para producir una miga perfecta; 100° bastan en la masa.

En este esperimento no ha recogido jamás otra cosa sino algunas gotas de agua insípida: la coccion de la miga se hace, pues á 100°, pero no así la de la corteza.

Las partes superficiales de todos los panes espuestos directamente á la reverberacion de las paredes del horno, pierden mayor proporcion de agua, y aun sufren un principio de alteracion que consiste en esa especie de caramelizacion que se anuncia relativamente á una multitud de sustancias orgánicas por una coloracion amarilla leonada, al principio lijera, despues gradualmente mas subida.

Pan de gluten y pan de fecula.—Es importante, en algunas condiciones que espondré luego, obtener un pan que contenga la menos fécula posible; en otros casos, al contrario, se trata de incorporar la mayor cantidad posible de fécula en el pan: me ocnparé sucesivamente en estas dos cuestiones.

Pan de gluten.—En el caso de diabetes azucarada ó glucosuria, cuando los enfermos toman alimentos feculentos, esta fécula lejos de asimilarse, se trasforma en azúcar, que es eliminada por la orina: importa entonces suprimir el uso del pan ordinario; pero como muchos enfermos no pueden acostumbrarse á esta supresion, he ideado hacer preparar pan de glúten, y el resultado ha correspondido á mis deseos: desgraciadamente es menester todavia mezclar 20 por 100 de harina al glúten para asegurar la panificacion; pero esta dosis es muy corta, especialmente si se come con moderacion este nuevo pan.

Pan de fecula.—El duque de Luynes y yo nos hemos ocupado en la cuestion de la panificacion de la fécula: daré aquí un resúmen de nuestras tareas.

El cultivo de los cereales está colocado con justo título entre los descubrimientos mas importantes para la humanidad. Sin embargo, al lado de estas ventajas incontestables que nos procura, aparecen en el estado presente de las poblaciones europeas gráves inconvenientes á los que la Francia está particularmente espuesta.

Este cultivo exige demasiada cantidad de tierras esplotables: su repeticion demasiado frecuente se opone á un buen sistema de labrantía: impide dedicar bastante tierra á la cria de ganados y obtener por este medio cantidades suficientes de abonos. A pesar del grande terreno que comprende se ve en muchas localidades que las clases pobres y aun el ejército consumen un pan tan malo, que viene á ser un alimento desagradable y mal sano. Por último, la recoleccion de los cereales, espuesta á todas las varia-

ciones de la atmósfera, no presenta seguridad alguna para los resultados, y produce ya esceso de importacion que hace desaparecer nuestro numerario, ya escasez local bastante grave, de lo que la generacion presente se ha resentido muchas veces.

La patata cuyo uso se ha establecido tan ventajosamente en Inglaterra, se halla ahora bastante cultivada en Francia para poder paliar ya muchos de los inconvenientes señalados; y dirigiendo debidamente el uso de esta produccion, pensamos será fácil hacerlos desaparecer todos.

En las condiciones actuales de la agricultura, un campo plantado de patatas produce por término medio anualmente siete veces mas materia nutritiva que otro igual sembrado de trigo.

Las patatas prosperan en casi todos los terrenos; las partes Este, Oeste y Centro de la Francia son mas generalmente lluviosas que secas, y por consecuencia mas convenientes para su cultivo que para el de los cereales. Su esplotacion se hermana á todas las mejoras posibles en el sistema de labor.

La patata cocida en agua ó asada en el rescoldo, ó bien compuesta con materias animales, proporciona un alimento tan sano como ventajoso, siendo esta indudablemente la forma mas sencilla y la mejor de emplear tan útil produccion; pero estos tubérculos no se conservan todo el año: las variaciones de temperatura adelantan singularmente el término de su deterioro, y se obtendria verdaderamente una suma considerable, si se calculase el producto que se podria sacar con los que el hielo hace perder en muchos departamentos. Es imposible almacenar las patatas, prever los malos años y evitar la carestía ó el esceso de importacion de los cereales; pero una de las mayores dificultades resulta de la costumbre, adoptada ya hace mucho tiempo por la mayor parte de la poblacion francesa, de emplear como base principal de su alimento el pan, aun el de la peor calidad. Muchos ensayos se han hecho para hacer pan de patatas, ó su producto principal, la fécula; pero veamos el procedimiento mas sencillo al que nos han conducido nuestros esperimentos.

Ciertos ensayos preliminares nos habian demostrado la incontestable utilidad de la molienda de la fécula, por lo que el procedimiento que debimos seguir estaba desde luego indicado: no se trataba mas que de mezclar la fécula al trigo antes de enviarlo al molino: conociendo la parte de harina que da una cantidad determinada de trigo, nos ha sido fácil obtener la que queríamos. Despues de muchos ensayos hechos con la fécula molida separadamente y mezclada en diferentes proporciones con harina de trigo, nos hemos detenido en las siguientes. número 3,50 de harina de trigo y 50 de fécula; para obtener esta cantidad de harina mezclábamos 25 de fécula con 32 de trigo. La harina obtenida es muy buena, se trabaja con mucha facilidad y da un buen producto, no exigiendo ninguna preparacion particular.

Designamos con el número 4 una mezcla de 2[3 de fécula con 1[3 de harina de trigo; para obtenerla mezclamos 33 de fécula y 21 3[4 de trigo: la harina es buena, tiene menos tenacidad que

la ordinaria, pero se trabaja con facilidad, absolutamente del mismo modo, y da igualmente, sin precaucion particular alguna un pan de buen aspecto y buena calidad.

Como en muchas localidades se emplea en lugar de trigo el morcajo ó sea una mezcla de centeno y trigo, hicimos preparar una harina que contenia 1|4 de la de trigo, 1|4 de la de centeno y 1|2 de fécula: para tener estas proporciones mezclamos 25 de fécula, 15 3|4 de trigo y 15 3|4 de centeno. La harina no es tan blanca, produce menos masa, pero se esponja fácilmente y da un pan de sabor bastante agradable.

En suma, creemos que el procedimiento de la mezcla anterior á la molienda reune todas las condiciones mas esenciales: facilidad de ejecucion, no diferenciándose en nada de los medios que se emplean por todas partes: economía, no habiendo otro gasto que el de la molienda, el cual no llega á un céntimo por libra: calidad siempre constante del producto, é independiente en cierto modo de la manipulacion: imposibilidad de carestía, porque se pueden hacer depósitos de fécula que se conserva independiente sin alteracion, y con muy cortos gastos: inutilidad de importacion de cereales, ahorro por lo menos de 20 millones de dinero cada año, que quedan en manos de la clase agrícola pobre en lugar de ser estraidos; y por último, grande diminucion en el cultivo de los cereales; aumento proporcional en el de las patatas, modificacion importante en el método de las labores; y de ahí la esperanza de un cambio tan feliz que complete el sistema agrícola de la Francia.

Alteraciones y falsificaciones del pan.—El pan se puede adulterar de diferentes maneras; pero no hablaremos aquí sino de las dos mas principales, la de con el sulfato de cobre; y la que resultó espontáneamente en París, el año de 1841, en los panes de municion.

Alteracion estraordinaria del pan de municion.—Se observó una alteracion grave y estraordinaria en 1841 en los panes distribuidos á las tropas de la guarnicion de París durante los calores del verano. Su masa se convertia por decirlo así en aglomeraciones rojas compuestas esclusivamente de una seta roja llamada *oiclium aurantianum*: este pan tenia un aspecto y sabor repugnantes; los animales que se mantuvieron esclusivamente con él fueron molestados. La principal causa de esta alteracion consistia en la mala calidad de los trigos y en las averías que estos granos habian sufrido.

Pan falsificado con sulfato de cobre.—Algunos panaderos de Bélgica tuvieron la idea criminal de introducir esta sal venenosa en el pan. Se ignora el orígen del uso del sulfato de cobre en las panaderías; pero parece que se practica ya hace un gran número de años en Bélgica, y aun en el norte de Francia. Muchas son las ventajas que de esto sacan los falsificadores: tienen proporcion para emplear harinas de mediana calidad, y con frecuencia mezcladas, les cuesta menos la mano de obra, la panificacion es mas pronta, la miga y la corteza son de mejor aspecto, y por

último encuentran la ventaja de poder usar mayor cantidad de agua.

Segun los informes dados á Kulhmann por algunos panaderos, es muy corta la parte de sulfato de cobre empleada: unos ponen en el agua destinada á la preparacion de una hornada de 200 panes de dos libras un vaso de líquido lleno de una disolucion que contiene una onza de sulfato de cobre por un litro de agua y otros emplean el hueco de una pipa lleno de esta disolucion.

Si las cantidades de sulfato de cobre tan pequeñas como las que se acaban de indicar estuviesen repartidas uniformemente en la masa del pan, quizá no resultaria inconveniente alguno inmediato á una persona en perfecta salud; pero despues se presentarian los efectos dañosos: en los de naturaleza endeble los deletéreos serian mas prontos: en una palabra cualquiera comprende el daño del uso fraudulento de un agente tan venenoso puesto en manos de un mozo de tahona, cuya inesperiencia ó torpeza pueden ocasionar los mas graves accidentes; por cuya razon hay que proceder con el mayor rigor contra la introduccion en el pan de las mas mínimas cantidades de este veneno.

Si urge pues castigar severamente delitos tan graves, no es menos esencial estudiar con cuidado los medios que la ciencia puede suministrarnos para conocer su existencia.

Siendo el cobre uno de los cuerpos cuya presencia se reconoce por los medios analíticos mas exactos, el exámen de un pan que se sospeche contener sulfato de cobre, parece desde luego no presentar dificultad alguna: el contacto inmediato de una disolucion de amoniaco, de hidrógeno sulfurado, de prusiato de potasa, deberia poder destruir toda incertidumbre; pero si se considera la proporcion tan corta en que se emplea habitualmente esta sal venenosa, se concebirá fácilmente que esta clase de investigaciones reclaman procedimientos analíticos mas largos. Sin embargo, la accion del prusiato de potasa aun cuando el pan no contenga mas que una parte del sulfato para unas nueve mil de masa, por un color rosa producido casi inmediatamente; operando sobre pan blanco, porque no se conoceria en el pan moreno.

Como este procedimiento, útil en algunas circunstancias, no puede servir para determinar las mínimas partes de sal cuprosa que el pan puede contener, Kulhmann ha recurrido al método siguiente, que ha empleado en las investigaciones mas delicadas, y probado muchas veces introduciendo por sí mismo en el pan cantidades infinitamente pequeñas de sulfato de cobre; por ejemplo, una parte para setenta mil, lo que representa una parte de cobre metálico para unas trescientas mil de pan.

Se hacen incinerar en una cápsula de platino completamente doscientos gramos de pan: el producto de la incineracion, reducido á polvo muy fino, se mezcla en una cápsula de porcelana con 8 ó 10 gramos de ácido nítrico: esta mezcla se somete á la accion del calor, hasta que se haya evaporado la casi totalidad del ácido libre, y no quede mas que una pasta pegajosa que se

diluye en cerca de 20 gramos de agua destilada, facilitando la disolucion por el calor. Se filtran y separan así las partes no atacadas por el ácido, y en el líquido filtrado se echan un pequeño esceso de amoníaco líquido y algunas gotas de una disolucion de subcarbonato de amoníaco. Despues del enfriamiento se separa por el filtro el precipitado blanco y abundante que se ha formado, y el líquido alcalino se somete á la ebullicion por algunos instantes para disipar el esceso de amoníaco y reducirlo á un cuarto de su volúmen: este líquido vuelto lijeramente ácido por una gota del nítrico, se le divide en dos partes, haciendo obrar sobre una de ellas el prusiato amarillo de potasa y sobre la otra el ácido hidrosulfúrico ó el hidrosulfato de amoníaco.

Siguiendo puntualmente este procedimiento, aunque no contenga el pan mas que $\frac{1}{70000}$ de sulfato de cobre, la presencia de esta sal venenosa se hará aparente por medio del primer reactivo, coloreando el líquido inmediatamente en rosa, y formando al cabo de algunas horas de reposo un lijero precipitado carmesí. La accion del ácido hidrosulfúrico ó del hidrosulfato de amoníaco comunicará al líquido un color lijeramente leonado con formacion por el reposo de un precipitado pardo, menos voluminoso sin embargo que el obtenido por el prusiato de potasa.

FERMENTACION PUTRIDA.—Se conoce con el nombre de *fermentacion pútrida*, *eremacausia* ó *putrefaccion* la última alteracion espontánea de las materias orgánicas.

Generalmente se mira el fenómeno de fermentacion pútrida como una simple desorganizacion de las materias organizadas sometidas á las influencias del agua y del calor; pero el fenómeno dista mucho de tener esta aparente simplicidad: la fermentacion pútrida se acompaña siempre de desarrollo de varios seres microscópicos cuyas generaciones se suceden con una prodigiosa actividad, y es muy probable que las mas veces la descomposicion espontánea de una materia orgánica proceda de la aparicion de estos seres microscópicos que acabo de mencionar. Lejos de ver en la fermentacion pútrida un simple fenómeno de desorganizacion, es mas filosófico considerarle como una era de organizacion nueva. Cuando la vida ha abandonado á una materia organizada, se diria que no puede ser destruida espontáneamente sino por una nueva organizacion. Querer pretender que todos los fenómenos de fermentacion pútrida deban relacionarse á acciones vitales, es, á no dudarlo, ir demasiado lejos; pero miro como incontestable que los motores de la descomposicion pútrida son aquellos seres microscópicos que pululan inmediatamente que la vida abandona á una materia orgánica, y se encuentran agua, aire y calor.

Los fenómenos que presenta la desorganizacion de los principios inmediatos organizados por la vida, son tan numerosos como variados los productos que de esto resultan. No todos estos principios tienen la misma tendencia á padecer esta trasforma-

cion, cuyos agentes principales son siempre el agua, el aire y el calor. Los ácidos vegetales poderosos, los álcalis vegetales, las resinas, los aceites crasos y volátiles, los jabones, no entran en putrefaccion, segun Berzelius; no obstante, hay algunas escepciones: una solucion de ácido tartárico se descompone con rapidez. Braconnot tambien ha observado la descomposicion espontánea de los ácidos málico y oxálico; pero los cuerpos, que además del oxígeno, hidrógeno y carbono contienen ázoe, entran en putrefaccion muy fácilmente: la que no se opera á 0° principia á 6 ó 7°; de 15 á 18° se establece prontamente, y de 20 á 30° se produce y continúa con gran rapidez: una vez comenzada la putrefaccion se propaga rápidamente; lo que puede hacer creer que los productos que resultan estan igualmente dotados de la propiedad de escitar una reaccion semejante á la que determina su formacion.

Los cuerpos orgánicos que se pudren al aire absorben el *oxígeno*, pero no le retienen sino rara vez; porque segun Saussure, desprenden siempre un volúmen de gas ácido carbónico igual al del oxígeno absorbido. Cuando el aire no toca á todos los puntos de los cuerpos orgánicos, la superficie presenta otros fenómenos distintos que el interior de la masa. En los parajes donde el aire está en contacto con la materia orgánica, todo se oxida: el carbono se convierte en ácido carbónico, el hidrógeno en agua, el ázoe en ácido nítrico cuando encuentra una base para unirse á ella; pero no teniendo el oxígeno mas que un contacto incompleto con la materia orgánica que está en putrefaccion, el hidrógeno se combina con el carbono, el ázoe y el azufre, y con el fósforo cuando estos cuerpos orgánicos le contienen: y de aquí resultan los gases fétidos, productos ordinarios de la putrefaccion de las materias animales. Antes de resolverse en estos compuestos últimos, parece cierto que las materias orgánicas pasan por diversos estados intermedios; pero hasta el presente ningun químico se ha ocupado en determinar de una manera especial las alteraciones químicas que acompañan la putrefaccion. Los productos de estas descomposiciones pueden adquirir propiedades particulares deletéreas. Leuret y Lassaigue han hecho constar este efecto inyectando líquidos pútridos en las venas: se ha observado además que muchos alimentos venian á ser venenos cuando se alteraban.

Procuraremos apreciar el papel que desempeñan el aire, el agua y los agentes imponderables en la descomposicion espontánea de las materias orgánicas.

La *luz solar* ejerce una accion evidente sobre las materias orgánicas privadas de vida: nuestra observacion diaria nos prueba que hay un gran número de colores que se destruyen ó alteran con ella; pero los esperimentos de Gay-Lussac y Thenard parecen probar que es menester al mismo tiempo el contacto del aire y de la humedad: la luz obra favoreciendo la descomposicion; su accion parece acercarse á la del calor de 100°.

El *calórico* es uno de los agentes indispensables de las des-

composicion espontánea de las materias orgánicas: bajo 0 todo queda estacionario; no existe ninguna descomposicion, y segun sea el curso de la temperatura, así variarán los productos por el número y naturaleza. Superior á 100° la accion descomponente del calórico es de las mas enérgicas, pero pertenece á otro órden de fenómenos.

La *electricidad* modifica de una manera notable los productos de la descomposicion espontánea de las materias orgánicas: colocando las alterables sobre metales diferentes, estas materias se constituirán en un estado eléctrico diferente, por el solo hecho del contacto, y segun la cantidad de electricidad desarrollada, la descomposicion será mas ó menos retardada, y los productos de la descomposicion diferirán entre sí de un modo muy singular: he puesto líquidos fermentescibles en vasos de diferente naturaleza, y el término de la fermentacion ha sido escesivamente retardado en algunos: así cuando principiaba en el cristal despues de dos horas, no se establecia en el cobre y laton sino á los ocho dias de una temperatura de 20°. La leche que se coagulaba al cabo de dos dias en vasos de porcelana y plomo, estaba todavía enteramente homogénea pasados seis en los de zinc ó cobre.

El *agua* favorece la descomposicion espontánea de los cuerpos organizados, separando los elementos orgánicos que los componen, y facilitando la reaccion de los principios inmediatos unos sobre otros. Es bien conocido este antiguo adagio de la química: *Corpora non agunt nisi sint soluta*; y es particularmente á la descomposicion espontánea de las materias orgánicas á la que se puede aplicar.

El *oxígeno* es el principio del *aire* que hace el papel mas notable en la putrefaccion: hemos visto ya que las fermentaciones alcohólicas ó ácidas no se establecian sin su auxilio: ya queda apreciada anteriormente su influencia en la putrefaccion, y nos falta hablar de los medios que la industria posee para resguardar de las descomposiciones pútridas las materias orgánicas que emplea. Antes de esto demos algunas nociones sobre la influencia del contacto en las acciones químicas.

De la influencia del contacto sobre las acciones químicas.—Como la influencia del contacto es considerable en los fenómenos variados de las fermentaciones, creo útil esponer aquí algunas generalidades acerca de este asunto importante. Millon y Reiset han publicado esperimentos interesantes sobre los efectos químicos debidos al contacto: han demostrado que mezclando muchos productos orgánicos, tales como el ácido cítrico, tartárico, etc., con esponja de platino, piedra pómez ó carbon, la descomposicion era mas regular y mas fácil: han trazado la historia de los fenómenos químicos debidos al contacto que reproduciremos aquí.

En 1817, al hacer Davy esperimentos sobre la llama, descubrió la propiedad que posee un hilo de platino de quedar candente en algunas mezclas gaseosas. Estos esperimentos fueron

numerosos y variados : así entre otras cosas observó la combustion lenta del alcohol, del éter, de la esencia de trementina, del aceite de nafta y del hidrógeno carbonado, y señaló la formacion del ácido nitroso á espensas del esceso de oxígeno y del cianógeno. Encontró propiedades análogas en el paladio, y cuando llegó á la esplicacion de estos fenómenos, se contentó con decir: «el platino y paladio conducen mal el calor, siendo de débiles capacidades comparativamente á los demás metales; estas son, á mi parecer, las principales causas en cuya virtud mantienen, producen y hacen sensibles estas combustiones lentas.»

Cuatro años despues Dobereiner examinó la accion del platino fulminante de Davy sobre el alcohol al contacto del oxígeno, é hizo ver que el ácido acético que resulta de esta reaccion corresponde simplemente á la constitucion del alcohol. Al platino fulminante y al sulfuro de este metal sustituyó Dobereiner el musgo de platino obtenido por la calcinacion del cloruro amoniacal; con este platino dividido hizo el esperimento que se ha hecho vulgar por el eslabon de su invencion. En cuanto á la reunion del fenómeno, creyó que debia ser mirado como «un procedimiento eléctrico resultante de una cadena en la que el hidrógeno representa el zinc, y el platino el otro metal: es el primer ejemplo de una cadena eléctrica formada de una sustancia gaseosa con un cuerpo concreto cuya actividad ha sido comprobada.»

En el espacio de tiempo que medió entre el descubrimiento de Davy y el de Dobereiner, Thenard dió á conocer los curiosos fenómenos que presentan algunos óxidos y ciertos polvos metálicos al momento de arrojarlos en el agua oxigenada; no tardó en ver que estos fenómenos no podian esplicarse por las leyes ordinarias de la afinidad.

Algunos meses despues de la comunicacion de Dobereiner, Dulong y Thenard tuvieron la idea de estender el estudio de los fenómenos que el químico aleman acababa de señalar en el platino y que habia indicado apenas en el níquel: no tardaron en hacer constar una accion análoga en el paladio ya señalado por Davy, y además en el rodio, iridio, oro, plata y hasta en sustancias de la mas diversa naturaleza, tales como el carbon, la piedra pómez, la porcelana, el vidrio, el cristal de roca y algunas otras: analizaron con sumo cuidado las circunstancias en que esta nueva fuerza se modificaba, se exaltaba, ó bien iba debilitándose. Dulong y Thenard procuraron descubrir la parte de electricidad que pudieran tener estos fenómenos: pero terminan declarando que la mayor parte de los efectos que han observado no podian esplicarse suponiendo un orígen puramente eléctrico.

En 1831, descubriendo Thenard el polisulfuro de hidrógeno esplicó con exactitud la idea de que algunos cuerpos pueden dejarse descomponer por otros, sin que estos se apoderen de alguno de sus principios.

Mitscherlich propuso una teoría nueva de clasificacion y concluyó diciendo que habia en esto un fenómeno análogo á los que

presentan el agua oxigenada y el polisulfuro de hidrógeno.

Reuniendo Berzelius todos estos hechos á los fenómenos de combinacion que se operan bajo la influencia del platino, deduce que muchos cuerpos tienen la propiedad de ejercer sobre otros una accion diferente de la afinidad química; por medio de esta accion, dice, se obtienen descomposiciones y recomposiciones á las cuales son estraños los elementos de estos cuerpos; á esto llamó *fuerza catalítica*. Se ve pues cuán lento era el curso de los hechos, cuando un trabajo de Kuhlmann que tenia por objeto los fenómenos de la nitrificacion, le condujo á muchos esperimentos curiosos é inesperados: demostró que todas las combinaciones oxigenadas del ázoe, mezcladas con una cantidad suficiente de hidrógeno, se trasformaban en amoníaco bajo la influencia del musgo de platino; vió que bajo la misma influencia el cianógeno y el hidrógeno daban amoniaco en estado de hidrocianato, y que el deutóxido de ázoe y el gas oleífico producian en caliente, además del agua y ázoe, amoníaco unido á los ácidos carbónico é hidrociánico; obtuvo una reaccion análoga con el deutóxido de ázoe y el vapor alcohólico.

En la misma época, T. de Saussure dió á conocer esperimentos interesantes en los que demostró que algunos cuerpos, tales como el mantillo, trigo, algodon, seda, el leñoso, hacen desaparecer en parte una mezcla de oxígeno é hidrógeno en las proporciones del agua. Aunque estos hechos sean de un órden mas complejo, T. de Saussure no deja escapar su analogía con los fenómenos debidos al contacto del platino: advierte que en algunos casos el gas óxido de carbono é hidrógeno bicarbonado paralizan la accion ejercida por las sustancias orgánicas que ha empleado, y recuerda que Faraday habia tambien detenido la combinacion del hidrógeno y oxigeno, determinada por una lámina de platino, añadiendo á la mezcla fulminante óxido de carbono, hidrógeno bicarbonado ó tambien hidrógeno obtenido por la descomposicion del agua en el ácido del hierro candente.

Conservacion de las materias organicas.—*Condiciones de la conservacion.*—Los cuerpos orgánicos mas alterables pueden conservarse indefinidamente si falta una sola de las condiciones siguientes: 1.° una temperatura inferior de 0°; 2.° la presencia del agua; y 3.° la del oxígeno. Así para retardar la putrefaccion será suficiente: 1.° colocar los cuerpos que se quieran conservar en un medio inferior de 0°; 2.° desecarlos completamente; y 3.° ponerlos en un paraje privado de oxígeno. Se pueden tambien emplear cuerpos que entran en combinacion con la materia orgánica y forman con ella un compuesto imputrescible. La primer condicion es muy difícil de cumplir artificialmente; en nuestros climas templados se habia ensayado trasportar los pescados en nieve, pero esta especulacion que estriba sobre un principio verdadero, no ha surtido efecto. La segunda condicion puede llenarse con mucha mas facilidad: se desecan las plantas y partes para conservarlas: muchos medios se han empleado para llegar á este fin: 1.° la desecacion al sól, á la estufa, y por

la presion en el vacío: se ha desecado con buen resultado la carne por estos medios reunidos: 2.° los cuerpos que pueden absorber el agua sin comunicar alguna mala calidad al producto, y entre estos cuerpos los mas felizmente empleados son la sal y azúcar: se facilita el uso de estos medios haciendo una desecacion de antemano: se conservan por medio de la sal el bacalao y los arenques: se ha sustituido en algunos casos el azúcar para la conservacion de los pescados con muchas ventajas; pero no está bien probado que la sal no haga mas que apoderarse del agua, puede formar con las materias orgánicas una combinacion imputrescible, lo mismo que muchos ácidos ú otras sales, y como ellos oponerse útilmente al desarrollo de la formacion de seres microscópicos motores de la fermentacion pútrida: 3.° la conservacion de en un medio desprovisto de gas oxígeno es sin contradiccion el modo mas perfecto, pero esta condicion no puede siempre satisfacerse de una manera completa: tratando de materias sobre las que el oxígeno del aire haya reaccionado ya, y principiado la accion descomponente, no se consigue nada con privar estos cuerpos orgánicos de la presencia del oxígeno, pues la putrefaccion que ha conservado continúa siempre sus periodos. Además debe observarse que las materias orgánicas contienen en sus poros aire atmosférico del cual es difícil librarlas completamente, y este aire es suficiente para determinar la putrefaccion.

Modo de curar las carnes y los pescados.—Muchas veces no se contentan con salar las carnes y los pescados, sino que se les deseca esponiéndolos al humo. El arte de *curar* ó *ahumar* las carnes ha adquirido tal perfeccion en Hamburgo, que las demás naciones no han podido alcanzar, y la *cecina de Hamburgo* tiene en todas partes la mayor reputacion: este arte sin embargo es bastante sencillo, puesto que consiste en esponer, durante cuatro ó cinco semanas, las carnes hechas trozos, saladas y suspendidas en una habitacion, á la accion del humo producido por virutas de roble muy secas. La *curacion* del arenque es una operacion semejante: solamente que se suspenden los pescados salados en unas especies de chimeneas hechas de intento, llamadas *ahumaderos*, donde se hace un pequeño fuego de leña menuda, que se arregla de modo que dé poca llama y mucho humo: se deja el arenque hasta que esté enteramente curado, ó seco y ahumado: 24 horas son suficientes para este operacion: se pueden curar diez ó doce mil arenques á un mismo tiempo: este género de industria está muy estendido en Holanda, cuya nacion vende cada año á los demás pueblos por mas de 60 millones de francos de *arenques blancos* ó *salados* y de *rojos*, *curados* ó *ahumados*.

El descubrimiento del modo de preparar y embarrilar las sardinas arenques se hizo á mediados del siglo XV por un pescador llamado Beuckels: fue una invencion de importancia sin igual para la Holanda que aumentó su riqueza y poderío, y para los pueblos cristianos, que pudieron procurarse por este medio un

alimento económico durante la cuaresma. Encontrándose el emperador Cárlos V en el año de 1596 en Biervliet, donde Beuckels habia sido enterrado, fue á visitar su sepulcro, y le mandó erigir un monumento magnífico.

Método de Appert.—El medio mas perfecto para conservar los alimentos frescos es el propuesto por Appert: estriba sobre los dos principios siguientes: 1.º las materias que han absorbido el oxígeno del aire y se han convertido en fermento, pierden esta propiedad si se las espone á 100º, y no vuelven á tomarla sino por una nueva absorcion de gas oxígeno; y 2.º las materias orgánicas colocadas en un vaso cerrado herméticamente absorben á 100º todo el oxígeno contenido en este vaso sin llegar á ser fermento. Veamos cómo opera Appert: llena, por ejemplo, enteramente un frasco de guisantes verdes frescos, le tapa herméticamente, ata con bramante y embrea el tapon: mete despues el frasco en una caldera de agua, y calienta hasta la ebullicion: mientras se calientan los guisantes absorben el oxígeno del aire contenido en el frasco, que no es ya reemplazado por el oxígeno esterior: los guisantes se conservan por espacio de un año; pero si el tapon no cierra herméticamente, el aire penetra en el frasco, se renueva y determina prontamente la putrefaccion de los guisantes, que esparcen entonces un olor pestilente. Por el mismo medio se pueden conservar materias vegetales y animales: es suficiente para esto colocarlas en vasos herméticamente cerrados, y elevar la temperatura lentamente hasta 100º durante un tiempo variable, y segun las sustancias.

Berard habia aconsejado emplear el gas ázoe para conservar las frutas: se obtiene este gas colocando hidrato de óxido ferroso en los vasos que la contengan: este óxido se apodera del oxígeno del aire, y el ázoe queda libre; pero el oxígeno contenido en estas frutas reacciona sobre ellas, y despues de algunos dias principia la alteracion: su marcha es sumamente pausada; mas las frutas pierden su aspecto; no hay duda que la accion vital contiinúa á pesar de la ausencia de oxígeno, y no contribuye á la alteracion.

El uso del *deutóxido de ázoe* aconsejado por Priestley, y que tiene el mismo resultado que el protóxido de hierro, es muy ventajoso; pero este medio no es ejecutable en grande, porque la carne toma un color rojo, y muchas veces un sabor estraño.

Curtido de pieles.—Se conservan las pieles de los animales y se las acomoda para muchos usos económicos por ciertas preparaciones, de las cuales veamos la mas exacta segun Berzelius. El *curtido* tiene por objeto preparar el cuero de suelas con las pieles mas consistentes, y el de las palas con las que son menos; para lograrlo se remojan las pieles en agua corriente, despues se las despoja del tejido celular y de todo lo que se puede adherir á su cara interna, raspándolas con un cuchillo de forma particular: terminada esta operacion se las introduce en una mezcla de agua y de hidrato de cal, y se las deja permanecer allí hasta que los pelos y la epidermis se desprendan: remojadas que

sean en el agua pura, ó lo que es mejor en agua á la que se ha añadido ácido acético, vinagre de madera ó agua de brea, ó bien en fin, por falta de estas sustancias, en agua que se ha hecho pasar á la fermentacion acética echando en ella salvado. A medida que el ácido penetra en la piel, esta se hincha, por cuyo motivo se ha designado la operacion con el nombre de *hinchazon de las pieles*: cuando estan suficientemente hinchadas, se las dispone por capas en grandes fosas con la sustancia vegetal cargada de tanino y molida: se echa encima agua que estrae el tanino; este entra así en contacto con las pieles, que le absorben sin que el aire pueda obrar sobre él y convertirle en apotema. El primer líquido que sirve para curtir no debe estar demasiado concentrado, porque de otro modo la superficie de la piel se cargaria de tanino, que no podria ya penetrar despues en lo interior. De cuando en cuando se remudan las capas de pieles y se añade nueva materia curtiente, y para concluir se derrama encima una fuerte infusion de la misma sustancia vegetal. Cuanto mas lenta se hace la concentracion del tanino en el líquido y mas fuerte es al terminar, tanto mas sólido y de buena calidad es el cuero.

Davy ha visto que 100 partes de pieles de ternera curtidas en una infusion concentrada de nuez de agalla, habian adquirido 64 de peso, y que aumentaron 34 en una infusion concentrada de cortezas de encina, 17 en una infusion diluida de esta misma corteza, 54 en una infusion concentrada de corteza de sáuce, 15 en otra diluida, y por último 19 en una disolucion de cachunde: esta última materia daba al mismo tiempo un color oscuro á la piel de ternera: en general se admite que el buen cuero de suela contiene 0,4 de su peso de tanino. El tiempo necesario para un curtido completo varía segun el espesor de la piel y una multitud de otras circunstancias: se dilata desde algunos meses hasta año y medio: se ha acortado mucho en estos últimos tiempos, poniendo juntas muchas pieles de modo que se forme un depósito que no deje salir el agua, llenando la cavidad de materias vegetales que contengan tanino y derramando encima aquella de forma que una alta columna de líquido las tenga sujetas á una continua presion. El agua se va filtrando así por entre las pieles, en cuyo interior deposita el tanino. Este método, que se ha ponderado mucho, lo imaginó Spilsbury. Cuando se emplea la corteza de encina, la parte esterior de la piel se cubre de ácido péctico que está contenido en la corteza en combinacion con el tanino, y la sustancia de la piel desprende este último.

El cuero tiene un tinte amarillo ó amarillo oscuro: el cuero negro debe su color á una disolucion de sulfato ferroso, que produce poco á poco el negro con el tanino: se le pone blando y flexible sobándole con grasa y aceite: el cuero destinado á recibir betun se pone liso ó ennegrecido por el lado de la carne. El tafilete está dado con mordiente y teñido de diversos colores, en rojo, amarillo, azul ó verde: el rojo se tiñe antes y los otros despues de curtidos.

El *arte del zurrador* consiste en meter las pieles delgadas en una disolucion de alumbre y sal comun, despues de haberlas descarnado y desbastado: estas sales se descomponen mutuamente de modo que resulta sulfato sódico y cloruro alumínico, el cual se combina con el tejido cutáneo, que por lo mismo es inalterable al aire. La sal alumínica, que se combina con la piel, tiene probablemente un esceso de base, al paso que en el líquido queda una sobresal.

El *arte del gamucero* tiene por objeto hacer la piel blanda y flexible impregnándola de grasa, sin hacer padecer al tejido alteracion alguna, pero despues de haberla librado del agua que contenia. La piel que sirve para hacer los guantes comunes ha sido gamuzada, por lo que es fácil de ablandarse en el agua y convertirse en cola por la coccion. No hace mucho que se han empezado á curtir lijeramente las pieles en una infusion de corteza de sáuce antes de gamuzarlas: esto es lo que se llama el *curtido á la danesa.*

Embalsamamiento de los cadaveres, Conservacion de las piezas anatomicas.—Las sales metálicas preservan mucho mejor que el cloruro de sodio, pero muchas de ellas, y aquellas precisamente que mas impiden la putrefaccion, se combinan con la sustancia animal, que desde luego no puede ser ya empleada como alimento, lo que no sucede con el cloruro de sodio. Entre todas las sales metálicas, el bicloruro de mercurio y el sulfato férrico disueltos en agua son los mas eficaces: estas disoluciones resguardan de la putrefaccion, no solamente á las sustancias que en ellas se dejan sumergidas, sino tambien á aquellas que solo lo estan por algun tiempo, y que se pueden sacar sin que se pudran despues aun permaneciendo húmedas. El consejo que se ha dado en estos últimos tiempos de recurrir á las disoluciones de sulfato férrico para conservar las preparaciones zoológicas y anatómicas, puede muy bien ser adoptado para las partes descubiertas y completamente accesibles al líquido; pero este método no es aplicable á los animales enteros, á partes cuya estructura impide que el líquido penetre en el interior, que entonces se pudre y desprende gas que hace hinchar y por último reventar la pieza que se queria conservar.

Muchas soluciones ácidas, como la sulfúrica, nítrica, fosfórica, y un gran número de sales gozan tambien de la propiedad de oponerse á la putrefaccion; pero ninguna es tan enérgica como el cloruro mercúrico.

Embalsamamiento de cadáveres.—Este arte ha quedado largo tiempo en la infancia á consecnencia de la falsa idea que se tenia de que la conservacion de las momias egipcias se debia á la impregnacion de los cuerpos resinosos y materias aromáticas; pero parece cierto que empleaban como principio esencial el producto de la destilacion de las materias orgánicas. Nada en efecto es tan antiséptico como el vinagre de madera que conserva aun aceite empireumático. Esta propiedad ha sido descubierta por Monge y verdaderamente es prodigiosa.

Creosota.—El vinagre empireumático de madera, lo mismo que el humo y hollin, deben sus propiedades antisépticas á una sustancia oleosa empireumática que Reichembach, químico aleman, ha descubierto en 1833 y á la que ha dado el nombre de *creosota*. Las carnes frescas metidas en la disolucion acuosa de esta sustancia, sacadas al cabo de media hora y secadas, pueden esponerse al calor del sol sin entrar en putrefaccion, se endurecen en el espacio de ocho dias, toman un olor agradable de carne ahumada, y el color pasa al rojo pardo: lo mismo se conservan los pescados. La creosota tiene una consistencia oleosa, olor penetrante, sabor cáustico y abrasador; cuando es del todo pura no se colorea por el aire. Fórmula=$C^{14} H^{16} O^{2}$. La creosota ha sido preconizada como un remedio infalible contra el dolor de muelas; desgraciadamente no es un específico: no vale mas que el aceite volátil de clavo y los otros cáusticos que ha reemplazado.

Método de Gannal.—Para conservar los cadáveres, Gannal ha empleado con mucha ventaja el acetato de alúmina á 18° de concentracion: 5 ó 6 litros inyectados por una de las arterias carótidas en un cadáver bastan para preservarle de la putrefaccion por unos seis meses. Con dos libras de sulfato simple de alúmina, 250 gramos de acetato de plomo y 2 litros de agua, se obtiene la dosis de la mezcla necesaria para conservarle por cuatro meses. Se puede resguardar por espacio de dos de la descomposicion pútrida, empleando del sulfato simple de alúmina dos libras para 4 litros de agua. La Academia de ciencias, despues de haberse convencido de la eficacia de los métodos de Gannal; le decretó un premio de 8,000 francos.

FIN.

INDICE

DE LAS MATERIAS DEL TOMO PRIMERO.

PRIMERA PARTE.

QUIMICA INORGANICA.

TOMO SEGUNDO.

SEGUNDA PARTE.—*Quimica orgánica.*

FIN DEL INDICE DEL TOMO PRIMERO Y SEGUNDO.